

**ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE OPERACIONES MINERAS Y
TRITURACIÓN HAZEMAG DE LA MINA BELENCITO, MUNICIPIO DE NOBSA,
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

**DIANA CAROLINA AZA MORENO
IVÁN RODOLFO CAMARGO ARAMENDIZ**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD SOGAMOSO
ESCUELA INGENIERÍA DE MINAS
SOGAMOSO
2015**

**ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE OPERACIONES MINERAS Y
TRITURACION HAZEMAG MINA BELENCITO, MUNICIPIO DE NOBSA,
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.**

**DIANA CAROLINA AZA MORENO
IVÁN RODOLFO CAMARGO ARAMENDIZ**

**Trabajo de grado como modalidad Monografía para optar al título de:
INGENIERO EN MINAS**

**Director:
JAIME WILLIAM JOJOA MUÑOZ
Ingeniero en Minas**

**Codirector:
EDGAR SUÁREZ CAMPOS
Ingeniero en Minas**

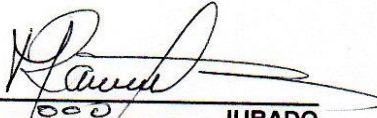
**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD SOGAMOSO
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MINAS
SOGAMOSO
2015**


DIRECTOR DE ESCUELA


DIRECTOR PROYECTO

CO-DIRECTOR PROYECTO


JURADO


JURADO


AUTOR


AUTOR

Sogamoso, Febrero de 2015

**“LA AUTORIDAD CIENTÍFICA DE LA FACULTAD SECCIONAL SOGAMOSO,
RESIDE EN ELLA MISMA, POR LO TANTO NO RESPONDE DE LAS
OPINIONES EXPRESADAS EN ESTE PROYECTO.”**

“SE AUTORIZA LA REPRODUCCIÓN INDICANDO SU ORIGEN.”

AGRADECIMIENTOS

Los autores del proyecto expresan sus agradecimientos por la colaboración prestada para su elaboración por las siguientes personas y entidades:

Ing. JAIME WILLIAM JOJOA MUÑOZ, Director del Proyecto.

Ing. EDGAR SUÁREZ Co-Director del Proyecto.

Ing. GERMÁN PERALTA, Ing. ALONSO MONTAÑEZ, JOSELÍN MÉDINA.

Ing. CONSUELO RUIZ, Profesora de la U.P.T.C., Ingeniería Industrial.

Ing. SEGUNDO MANUEL ROMERO BALAGUERA, Docente de la U.P.T.C.

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA, Facultad Sogamoso. Escuela Ingeniería de Minas.

CEMENTOS ARGOS S.A. Planta Sogamoso.

MINCIVIL S.A.

A todos nuestros compañeros y amigos de la carrera, por haber hecho la estancia en la facultad más humilde y agradable. Nunca los olvidaremos y recuerden que siempre estarán en nuestros corazones.

Un agradecimiento para todos nuestros profesores por brindarnos un conocimiento optimo en cada asignatura por hacernos entender que la carrera de Ingeniería de Mina en todos los campos es de gran importancia a nivel mundial.

DEDICATORIA

Primeramente gracias a DIOS por guiar mis pasos siempre, por haber permitido llegar a cumplir esta meta tan importante que significa en mi vida. A la única persona que le debo el mayor agradecimiento mi Madre CRISANTA MORENO RUEDA Q.E.P.D. por brindar su lealtad, apoyo, amor, dedicación, constancia a la culminación de este sueño hecho realidad.

A mi padre JOSÉ ANTONIO AZA DÍAZ por darme la vida y enseñar a trabajar, por su amor a todos mis hermanos Lílíana, Sonía, Armando, Mónica, José, por su apoyo, cariño, de creer en mí y en este sueño hasta el último momento.

A mi Novío Jairo López por su apoyo y brindarme las fuerzas de no rendirnos ante cualquier dificultad, obstáculo que crucemos en la vida, de no quedarnos en el vacío, o problema, sino de levantar la cabeza en alto y continuar la vida en Amor.

DIANA CAROLINA AZA MORENO

DEDICATORIA

Quiero agradecer a Dios por haber dado a unos padres tan hermosos, que me trajeron al mundo brindando todo su apoyo, cariño, amor, amistad, confianza, ternura, enseñando a valorar la vida.

También le doy gracias a Dios por permitir estudiar en la U.P.T.C. Facultad Sogamoso y haber educado como profesional.

Padre Rodolfo Camargo Nieves y madre Martha Inés Aramendíz Núñez me les dé salud para que puedan disfrutar mis triunfos.

Hermanos Leonardo José Camargo Aramendíz y Luis Alberto Camargo Aramendíz, gracias por compartir conmigo momentos alegres, tristes y de rabia; que Dios me los guarde, proteja y que los sueños que tengan se cumplan, cuenten con mi apoyo para hacer realidad dichos sueños.

Gracias por aconsejar, regañar, corregir y brindar todo su apoyo, tíos (as), que Dios me les dé salubridad para sacar a mis primos adelante y que sus proyectos de vida se hagan realidad.

Amigos (as), gracias por compartir muchas cosas.

IVÁN RODOLFO CAMARGO ARAMENDIZ

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	13
RESUMEN	16
INTRODUCCIÓN	17
 1. GENERALIDADES	 18
1.1. OBJETIVOS	18
1.1.1. General	18
1.1.2. Específicos	18
1.2. ALCANCE	18
1.3. IMPORTANCIA Y UTILIDAD	19
1.4. METODOLOGÍA	19
1.5. TIPO DE DISEÑO	19
1.6. TIPO DE INVESTIGACIÓN	20
1.7. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	20
1.8 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	20
1.9. SITUACIÓN JURÍDICA	21
1.10. ESTRUCTURA ORGÁNICA DE LA MINA	23
1.11. GEOLOGÍA DEL YACIMIENTO	23
1.12. SITUACIÓN ACTUAL DE LA MINA	25
1.12.1. Labores de desarrollo y preparación (preminado)	25
1.12.2. Labores de explotación (minado)	26
1.12.3. Infraestructura	26
1.12.4. Equipos utilizados en desarrollo	27
1.12.5. Turnos de trabajo	30
1.12.6. Personal operador minero	30
 2. OPERACIONES MINERAS PRESENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO	 31
2.1. REMOCIÓN DE ESTÉRILES	31
2.2. BANQUEO	31
2.3. PERFORACIÓN	31
2.4. MUESTREO DE DETRITOS	32
2.5. VOLADURA	33
2.6. REDUCCIÓN DE SOBRETAMAÑOS	34
2.7. CARGUE	34
2.8. TRANSPORTE	35
2.9. DISPOSICIÓN DE ESTÉRILES	36
2.10. MANEJO DE AGUAS	36
3. TRITURACIÓN HAZEMAG	38
3.1. FLUJOGRAMA DE PROCEDIMIENTOS EN TRITURACIÓN HAZEMAG	38

3.2. ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE LA TRITURADORA	39
3.2.1. Tolva alimentadora	39
3.2.2. Cortina de cadenas con palanquillas dosificadoras	39
3.2.3. Alimentador metálico de vaivén	40
3.2.4. Rotor primario	40
3.2.5. Rotor secundario	41
3.2.6. Banda reversible 1600 mm	42
3.2.7. Banda 800 mm	43
3.2.8. Pantallas de impacto	44
4. OPERACIONES Y PROCESOS EN TRITURACIÓN HAZEMAG	45
4.1. TRANSPORTE	45
4.2. CARGUE DEL MINERAL A LA TOLVA ALIMENTADORA DE LA TRITURADORA	46
4.3. TRITURACIÓN	46
4.4. MUESTREO EN BANDA 800 mm	47
4.5. DESPACHO DEL MINERAL TRITURADO A LOS PATIOS DE ACOPIO DE LA PLANTA	47
5. CONTENIDO DEL MANUAL OPERATIVO	50
5.1. DEFINICIÓN DE UN MANUAL	50
5.2. SÍMBOLOS BÁSICOS PARA ELABORAR FLUJOGRAMAS	50
5.3. IDENTIFICACIÓN PROCESOS PRODUCTIVOS	50
5.4. DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS	53
5.4.1. Procedimiento de remoción de estériles	55
5.4.2. Procedimiento de banqueo	58
5.4.3. Procedimiento de perforación	61
5.4.4. Procedimiento de muestreo de detritus en bancos calcáreos	64
5.4.5. Procedimiento de voladura	67
5.4.6. Procedimiento de reducción de sobretamaños	70
5.4.7. Procedimiento de cargue a los patios de acopio y botaderos	73
5.4.8. Procedimiento de transporte	76
5.4.9. Procedimiento de disposición de estériles	79
5.4.10. Procedimiento de manejo de aguas	83
5.4.11. Procedimiento de cargue en trituración	86
5.4.12. Procedimiento de transporte en trituración	89
5.4.13. Procedimiento de trituración Hazemag	92
5.4.14. Procedimiento de muestreo en trituración	95
5.4.15. Procedimiento de despacho de mineral a la planta	98
6. COMPONENTE AMBIENTAL	101
6.1. COMPONENTE ATMOSFÉRICO	101
6.2. MATERIAL PARTICULADO	101
6.3. EMISIÓN DE GASES	102

6.4. RUIDO	102
6.5. ALTERACIÓN PAISAJÍSTICA	103
6.6. CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS PELIGROSOS	103
7. COMPONENTE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL	104
7.1. FÍSICO	104
7.2. QUÍMICO	104
7.3. PSICOSOCIAL	104
7.4. CONDICIONES DE SEGURIDAD	104
7.5. FENÓMENOS NATURALES	105
7.6. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA MITIGAR LOS PELIGROS POTENCIALES	105
7.6.1. Físico	105
7.6.2. Químico	105
7.6.3. Psicosocial	105
7.6.4. Condiciones de Seguridad	105
CONCLUSIONES	107
RECOMENDACIONES	108
BIBLIOGRAFÍA	109
ANEXOS	110

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización geográfica	22
Figura 2. Estructura orgánica	23
Figura 3. Flujograma del proceso minería	31
Figura 4. Flujograma de proceso de trituración Hazemag	38
Figura 5. Flujograma del proceso de beneficio	45
Figura 6. Diagrama de apoyo general de operaciones mineras y proceso de beneficio	49

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Metodología para elaboración de un manual	19
Cuadro 2. Coordenadas de un polígono	21
Cuadro 3. Generalidades del contrato de concesión	21
Cuadro 4. Espesores promedios litológicos de los mantos calcáreos y Estériles	25
Cuadro 5. Equipos utilizados en la mina	28
Cuadro 6. Turnos de trabajo	30
Cuadro 7. Personal de la mina	30
Cuadro 8. Tiempos y movimientos de cargue y transporte	35
Cuadro 9. Ciclo de cargue de la retroexcavadora	35
Cuadro 10. Características del accionamiento del rotor Primario	41
Cuadro 11. Características del accionamiento del rotor Secundario	42
Cuadro 12. Simbología utilizada en flujogramas	50
Cuadro 13. Identificación de procesos productivos	51

LISTA DE FOTOS

	Pág.
Foto 1. Perfil del yacimiento calcáreo en la Formación Belencito	24
Foto 2. Tectónica de los estratos	24
Foto 3. Equipo en desarrollo	25
Foto 4. Equipos en explotación	26
Foto 5. Construcciones presentes en patio	27
Foto 6. Malla de perforación	32
Foto 7. Muestreo de detritus	32
Foto 8. Explosivos utilizados en voladura	33

Foto 9. Material arrancado	33
Foto 10. Picado con martillo hidráulico	34
Foto 11. Cargue	34
Foto 12. Equipos utilizados en transporte	35
Foto 13. Conformación de botaderos	36
Foto 14. Manejo de aguas	37
Foto 15. Tolva alimentadora de la trituradora	39
Foto 16. Cortina de cadenas con palanquillas dosificadoras	39
Foto 17. Alimentador metálico de vaivén	40
Foto 18. Rotor primario	41
Foto 19. Rotor secundario	42
Foto 20. Banda reversible 1600 mm	43
Foto 21. Banda 800 mm	43
Foto 22. Pantallas de impacto de rotores primario y secundario	44
Foto 23. Transporte de mineral calcáreo	45
Foto 24. Cargue del mineral a la tolva alimentadora	46
Foto 25. Componentes en trituración Hazemag	46
Foto 26. Muestreo	47
Foto 27. Despacho del mineral	48

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Plano topográfico general de procesos
Anexo B. Análisis de Trabajo Seguro (A.T.S.)
Anexo C. Inspección de seguridad manejo de explosivos
Anexo D. Permiso de trabajo en voladuras
Anexo E. Registro de operación trituradora Hazemag
Anexo F. Relación de muestras en la mina Belencito
Anexo G. CD: Manual de operaciones mineras y trituración Hazemag en la mina Belencito, Nobsa

GLOSARIO

ACCESORIO DE VOLADURA: Dispositivos requeridos para la iniciación del explosivo entre otros como cables de ignición, detonador común, mecha de seguridad, detonador eléctrico, detonador nonel, fulminantes cordón detonante y multiplicador.

AGENTES EXPLOSIVOS: Son mezclas de combustibles y oxidantes, entre ellos tenemos los 105 agentes explosivos secos como el ANFO y las lechadas explosivas.

ARRANQUE: Se entiende el conjunto de operaciones necesarias para separar la roca del macizo rocoso donde se encuentra. En la mayoría de las ocasiones es necesario, además, romper la roca en trozos suficientemente pequeños para facilitar los procesos posteriores (carga y transporte).

BANCO: Es la forma geométrica del frente de arranque compuesta por terraza y talud.

BANQUEO: Consiste en la conformación de niveles por el cual se divide una explotación a cielo abierto para facilitar el trabajo de los equipos de perforación, cargue y transporte.

BARRENO: Orificio practicado en una roca, que se rellena con agente explosivo para hacerla volar.

BERMA: Cara superior de un banco de una explotación a cielo abierto construido para ser utilizado como vía de acceso, controlar el material suelto desprendido y para mejorar la estabilidad del talud.

BOTADERO: Lugar destinado para la disposición del material que no representa beneficio económico para la empresa.

BUZAMIENTO: Ángulo de inclinación que forma de estratos con un plano horizontal, medido perpendicularmente a la dirección o rumbo del mismo.

CALIDAD: Totalidad de las características de una entidad o producto que le otorgan su aptitud para satisfacer las necesidades establecidas e implícitas.

CALIZA: Roca sedimentaria (generalmente de origen orgánico) carbonatada que contiene al menos un 50% de calcita (CaCO_3), y que puede estar acompañada de dolomita, aragonito y siderita; de color blanco, gris, amarilla, rojiza, negra; y textura granular fina a gruesa

CANTERA: Se entiende por cantera el sistema de explotación a cielo abierto para extraer de él rocas o minerales no disgregados, utilizados como material de construcción.

CARGUE: Es una operación que se realiza después del arranque; consiste en colocar el material en un medio de transporte.

CUNETA: Vías horizontales encontradas a los lados de las vías de acceso y que, debido a su menor nivel, recibe las aguas corrientes conduciéndolas hacia un lugar que no provoquen daños.

DESCARGUE: Operación propia de los patios de disposición de estériles y tolvas de alimentación.

DETRITUS: Material ya perforado de granulometría variada depositado en el barreno en forma representativa para protección del mismo.

ESTÉRIL: Mineral o roca que cubre un yacimiento, no presenta beneficio económico para la empresa.

MATERIAL PARTICULADO: Consisten en la acumulación de diminutas piezas de sólidos en la atmósfera ambiental, generada a partir de alguna actividad minera causada por el hombre.

MINADO: Es la extracción de los recursos minerales de la corteza terrestre permitiendo la realización de trabajos con condiciones de seguridad apropiada y facilitando la recuperación de los terrenos afectados.

MINERÍA A CIELO ABIERTO: Son las explotaciones mineras que se desarrollan en la superficie del terreno, en contraste de las subterráneas, que se desarrollan bajo ella, consiste en la remoción de grandes cantidades de suelo y subsuelo, que es posteriormente procesado para extraer el mineral.

MONOCLINAL: Capa de roca que mantiene una sola inclinación por un gran trecho.

PERFORADOR: Aparato utilizado para abrir agujeros o barrenos para después realizar una voladura.

PLAN DE COMPRAS: Documento que relaciona e identifica las materias primas, materiales y suministros y servicios a adquirir para adelantar los Programas de Producción durante un período de un (1) año.

POLVORÍN: Construcción o edificio que cumple con las normas técnicas y de seguridad emanadas del Ministerio de Defensa Nacional y es utilizado para el almacenamiento permanente o transitorio de explosivos.

PATIERO: Persona encargada de mantener limpio el patio de la mina, también verifica que no haya alguna obstrucción que impida la circulación de equipos al frente de explotación.

PREMINADO: Comprende las labores mineras encaminadas a crear los accesos y vías internas con el fin de remover el material estéril, preparar la extracción del banco calcáreo y el transporte del material.

PROCEDIMIENTOS: Módulos homogéneos que especifican y detallan un proceso, los cuales conforman un conjunto ordenado de operaciones determinadas secuencialmente en relación con los responsables de la ejecución, que deben cumplir políticas y normas establecidas señalando la duración y el flujo de documentos.

PROCESO: Serie de actividades, acciones o eventos organizados interrelacionados, orientadas a obtener un resultado específico y predeterminado, como consecuencia del valor agregado que aporta cada una de las fases que se llevan a cabo en las diferentes etapas por los responsables que desarrollan las funciones de acuerdo con su estructura orgánica.

REDUCCIÓN DE SOBRETAMAÑOS: Material extraído de los frentes de explotación; por lo general, suelen presentarse varios tamaños, los cuales pueden ir desde varios metros de diámetro a unos cuantos micrones. Por lo anterior, se hace necesario manejar y reducir el tamaño de las rocas minerales.

RUMBO: Ángulo horizontal medido con respecto al norte magnético, de la línea de intersección de un plano estructural con un plano horizontal.

TALUD: Resalte o inclinación de la topografía, natural o artificial, cuya pendiente es generalmente más suave que la de los acantilados (desde plano inclinado hasta subvertical), su altura es menor a los 8 m.

TANQUE DE SEDIMENTACIÓN: Tanque rectangular usado en las plantas de tratamiento de minerales para separar sólidos de líquidos.

TERRAZA: Es la zona plana del banco sobre la cual se realiza la perforación del material; estas se utilizan como vía de transporte temporal.

TRITURACIÓN: Reducción inicial del tamaño de los minerales hasta un grado que permita su molienda.

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objeto presentar una descripción detallada de las operaciones mineras y su proceso de beneficio en la mina Belencito; a partir de la observación directa, toma de datos de la información suministrada por el personal de la empresa Cementos Argos S.A. y la firma operante minera Mincivil reconociendo cada una las operaciones mineras de extracción del material calcáreo y de las operaciones del proceso de beneficio realizadas en los turnos de trabajo correspondientes.

La información es procesada y analizada para conformar un manual operativo y su proceso de beneficio que ayude a educar, enseñar, capacitar, actualizar y estandarizar todos los aspectos relacionados con las operaciones de extracción mineral hasta su proceso de beneficio (trituration Hazemag) para todas aquellas personas que deseen conocer el manual operativo con un enfoque especial minero de manera global de las operaciones presentes en la mina.

Para lograr este fin es necesario realizar un compendio de procedimientos o modos operatorios que sean claros, estructurados organizados paso a paso para que definan como se debe llevar un número de tareas de acuerdo a unos procesos lógicos y que sean seguros y se implemente a partir de estos un programa de formación en minería superficial bajo criterios técnicos para ejecución del manual operativo.

Por último se identifica los peligros e impactos ambientales de la actividad minera; con el fin de mitigar cualquier circunstancia anómala que atente contra la integridad física y moral del trabajador vinculado a la empresa; ya que, esto conlleva a la parálisis de la producción y también puede ocurrir la accidentalidad si no se cumple con el ámbito de Salud y Seguridad Laboral, por esta razón es conveniente que la empresa no se vea afectada en el cese de la producción.

INTRODUCCIÓN

Se plantea una investigación de tipo descriptivo y pedagógico; ya que se pretende analizar con precisión toda la realidad presente y cubrir una necesidad existente debido a la carencia de un manual y finalmente describir cómo será su funcionamiento donde el tipo de diseño de esta investigación, es de campo, consiste en la recolección de información de la mina directamente con el personal que labora en ella o de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna debido a que se debe apreciar el grado de efectividad de los procesos para lograr los objetivos.

Todo manual operativo es una herramienta útil y valiosa en las organizaciones mineras, ya que se analizan y describen los procedimientos establecidos dentro de una organización brindando apoyo a las tareas y los puestos responsables de su ejecución que deben seguirse en la realización del manual permitiendo así visualizar y conocer los procedimientos para poder simplificarlos, mejorarlos y actualizarlos posteriormente que sirva de capacitación y fomentar minería a toda persona que desee conocer las operaciones mineras y de beneficio presentes en la organización minera mina Belencito.

En los manuales son consignados, metódicamente tanto las acciones como las operaciones mineras que deben seguirse para llevar a cabo las funciones generales de la mina. Además, los mismos pueden hacerse un seguimiento adecuado y secuencial de las actividades anteriormente programadas en orden lógico y en un tiempo definido.

Los procedimientos, en cambio, son una sucesión cronológica y secuencial de un conjunto de labores concatenadas que constituyen la manera de efectuar un trabajo dentro de un ámbito predeterminado de aplicación; todo procedimiento implica, además de las actividades y las tareas del personal, la determinación de los tiempos de realización, el uso de recursos materiales, tecnológicos y financieros, la aplicación de métodos de trabajo y de control para lograr un eficiente y eficaz desarrollo en las diferentes operaciones presente en la mina.

1. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. General. Realizar un manual de operaciones mineras y trituración Hazemag ubicada en la Mina Belencito, departamento de Boyacá que ofrezca capacitar dando a conocer todos los constituyentes en las operaciones mineras presentes en la mina a partir del arranque del material hasta el proceso de beneficio en la trituradora.

1.1.2. Específicos. Caracterizar y detallar los diferentes aspectos de la organización minera, su estructura orgánica, operaciones mineras analizando la forma y procedimiento actual de cada operación y sus respectivas actividades in situ que se generan a partir del arranque del material hasta el despacho del mineral triturado a la planta.

Analizar las operaciones de trituración Hazemag del método de beneficio para la producción de caliza puntualizando las especificaciones y operaciones partiendo desde su cargue a la tolva alimentadora de la trituradora hasta llegar a los silos de despacho del producto final para posterior prehomogenización en los patios de acopio de la planta.

Elaborar diagramas de flujo, y sus procedimientos en cada operación minera y de beneficio dando a conocer de forma clara, precisa y ordenada de acuerdo a las necesidades actuales de la organización minera describiendo y comprendiendo en forma ordenada, secuencial y detallada los procesos y procedimientos de la mina.

Identificar los impactos ambientales generados por la extracción del mineral, proceso de beneficio buscando generar un cambio y un compromiso colectivo, orientado hacia el mejoramiento de la calidad de vida, responsabilidad en la gestión ambiental y construcción de un modelo sostenible que sirva no solo en esta mina sino que también en las demás minas a cielo abierto de la región.

Puntualizar los peligros inminentes en las operaciones mineras y de beneficio promoviendo, manteniendo un bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas sus actividades realizadas evitando en todo sentido el desmejoramiento de la salud causadas por las condiciones del trabajo, protegiendo a los trabajadores de sufrir incidentes y accidentes laborales.

1.2. ALCANCE

En la mina Belencito, se diseña y se implementa un manual describiendo todas las operaciones mineras y trituración Hazemag propuesto a todas las personas interesadas en conocer, capacitarse en un elemento útil para todos los trabajadores ofreciendo una descripción detallada de toda la mina presente en la zona de estudio.

1.3. IMPORTANCIA Y UTILIDAD

Este tipo de documentos constituyen una herramienta eficaz para la capacitación del personal operativo, contribuyendo de manera sustantiva a que la transmisión del conocimiento sea práctica. El manual debe garantizar el cumplimiento de los procedimientos tal como se determina en la fase de diseño del manual proporcionando una guía sobre lo que hay que hacer en caso de que se presenten contingencias.

1.4. METODOLOGÍA

El marco metodológico del manual, es la parte donde se asientan secuencialmente los diversos procedimientos técnicos y operacionales apropiados para recopilar información, presentar y analizarlos con la finalidad de cumplir con el objetivo general.

En tal sentido, se desarrolla importantes aspectos relativos al tipo de estudio, diseño de investigación práctico didáctico, las técnicas e herramientas de recolección de información y presentación en el manual operativo (ver cuadro 1).

Cuadro 1. Metodología para elaboración del manual.

1	Inicio
2	Identificar procesos, subprocesos y documentos de apoyo
3	Planear el desarrollo del manual
4	Determinar responsable (s) de elaborar el manual
5	Definir objetivos, alcances y tipo de manual
6	Analizar contenidos del manual
7	Definir la estructura capitular
8	Documentar subprocesos
9	Diseñar flujogramas
10	Ensamblar el manual
11	Revisar y circular el manual
12	Fin

Fuente: Datos de estudio.

1.5. TIPO DE DISEÑO

El tipo de diseño de esta investigación, es de campo, consiste en la recolección de información de la mina directamente con el personal que labora en ella o de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna debido a que se debe apreciar el grado de efectividad de los procesos para lograr los objetivos.

1.6. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se plantea una investigación de tipo descriptivo y pedagógico; ya que se pretende analizar con precisión toda la realidad presente y cubrir una necesidad existente debido a la carencia de un manual y finalmente describir cómo será su funcionamiento.

1.7. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

En función a los objetivos establecidos en la investigación, se plantea diseñar un manual operativo para la mina mediante la observación de la realidad y busca respuestas directas suministradas por parte de Cementos Argos S.A., operador minero MINCIVIL S.A. y documentación de la mina Belencito.

En cuanto a la observación directa, se obtiene la información de la realidad que se percibe, antes de realizar las observaciones se debe recolectar información sobre el flujo de trabajo, procesos y procedimientos y diferentes funciones de cada cargo; ésta información se utiliza para determinar los flujograma y procedimientos.

Un manual describe todas las operaciones mineras presentes en la mina, contempla la información relativa al proceso de organización de detalle en cada área; independientemente de la metodología a utilizar, en un estudio de organización deben estudiarse y analizarse varios factores internos y externos que influyen en el desempeño de la organización minera.

1.8. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y VÍAS DE ACCESO

La mina Belencito se encuentra dentro del polígono conformado por los puntos geográficos donde el Punto Arcifinio D: Vértice BY-T 193 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Coordenadas Norte = 1.128.383,39, Este = 1.134.735,09 (ver cuadro 2 y 3, figura 1).

Vías de acceso. El acceso desde la ciudad de Bogotá al área objeto de estudio se realiza por el corredor vial de la doble calzada que en un recorrido de 163 Km llega hasta el sitio denominado la Y, tomando posteriormente la carretera ampliada que conduce al Municipio de Nobsa y en un trayecto de 16 Km a las instalaciones de la Empresa Acerías Paz del Río. El acceso al área se puede también efectuar por la carretera que conduce del Municipio de Sogamoso a la zona industrial de la misma; a partir de allí se toma un carreteable que atraviesa el sector residencial llegando hasta los talleres y patios de acopio de caliza, para tomar una vía hacia el Noreste que comunica a Cerro Molino. Para acceder al sector de Cerro Cuista se llega de igual manera al área de talleres y se toma al suroeste un carreteable que se encuentra en buen estado de transitabilidad.

Cuadro 2. Coordenadas del polígono.

PUNTOS	COORDENADAS X	COORDENADA Y
Punto D	1.128.383,39	1.134.735,09
Punto 1	1.129.601	1.129.284
Punto 2	1.130.613	1.128.582
Punto 3	1.131.548	1.129.873
Punto 4	1.132.857	1.131.369
Punto 5	1.131.981	1.132.298
Punto 6	1.131.384	1.131.834
Punto 7	1.130.536	1.130.595
Punto 1	1.129.601	1.129.284

Fuente: Cementos Argos S.A.

Cuadro 3. Generalidades del contrato de concesión.

ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN GENERAL
Localización	El área objeto de estudio, corresponde a 462 Ha que hacen parte de la licencia 11387 otorgada en concesión a la Empresa Acerías Paz del Río, ubicada 210 Km al noreste de Bogotá D.C., en inmediaciones de Belencito, jurisdicción del Municipio de Nobsa, departamento de Boyacá.
Plancha topográfica del I.G.A.C	172 - III – A3 A4 C1 C2.
Tipo de yacimiento	Caliza bajo contenido CaCO_3 .
Ubicación del yacimiento	Cerro Cuistá y Cerro Molino.
Cotas (m.s.n.m.)	2570 – 2880.
Producción Mensual (T)	10 000 – 15 000.
Temperatura Atmosférica (°C)	12 – 24.
Precipitación (mm)	750 – 780.
Vientos (m/s)	3 – 6.
Humedad Relativa (%)	65.
Tipo de vegetación	Bosque Seco Montano Bajo (BS - MB).

Fuente: Resultado de estudio.

1.9. SITUACIÓN JURÍDICA

La cantera de caliza margas pertenece a Acerías Paz del Río, con licencia de explotación N° 11387, el cual se firmó mediante sus representantes, un contrato de arrendamiento con la empresa Cementos Argos S.A. para la explotación de calizas de bajos contenidos en CaCO_3 , la operación minera la realiza la compañía Mincivil S.A.

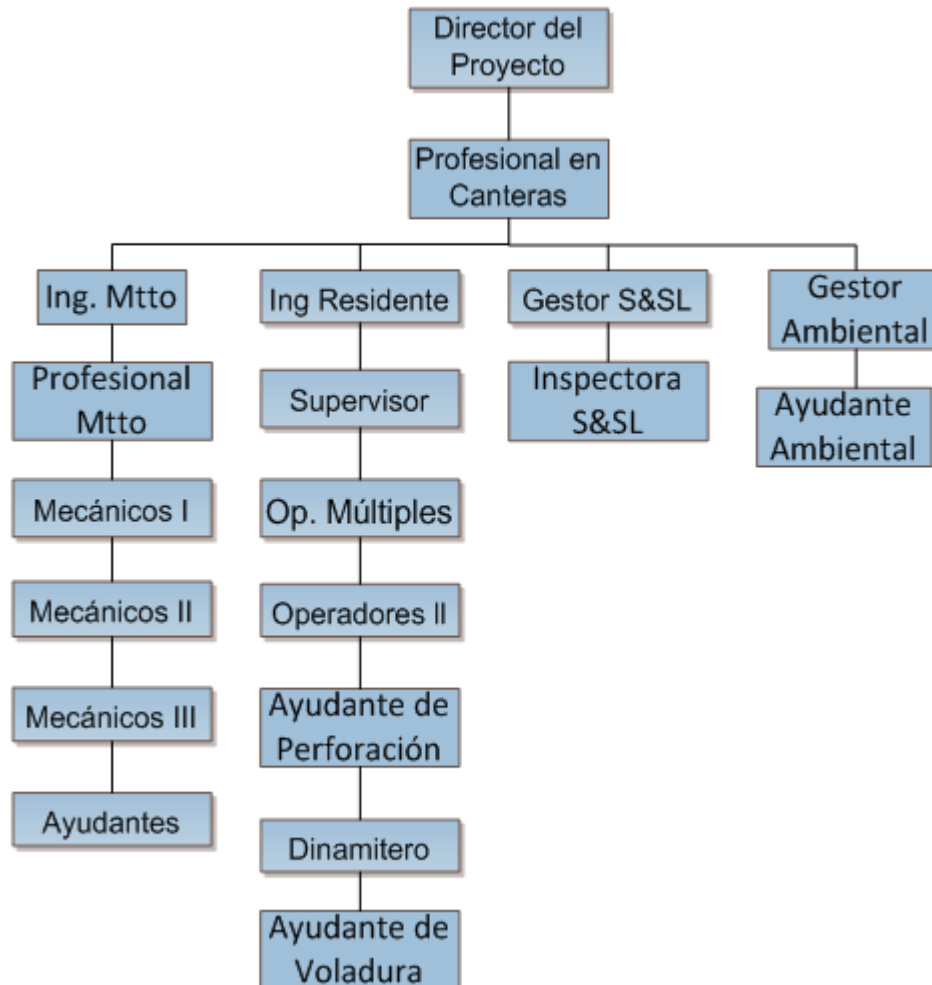
Figura 1. Localización geográfica.



Fuente: Google Earth.

1.10. ESTRUCTURA ORGÁNICA DE LA MINA

Figura 2. Estructura orgánica



Fuente: Resultado de estudio.

1.11. GEOLOGÍA DEL YACIMIENTO

El yacimiento calcáreo pertenece estratigráficamente a la Formación Belencito proveniente del miembro superior calcáreo de la formación Tibasosa la cual fue elevada al rango de formación, de Edad Cretáceo Inferior (Barremiano Albiano superior)¹.

¹ Reyes, Ch, Ítalo. 1984. Geología de las regiones de Duitama y Sogamoso U.P.T.C. Facultad Sogamoso

Constituida por una zona de 490 m. de espesor constituida por caliza con alteraciones calcáreas separadas entre bancos con intercalaciones de lutitas y areniscas. Los bancos de caliza presentan espesores entre los 7 y 26 m. ocupando terrenos de alta pendiente, entre las cotas 2570 y 2880 m.s.n.m. (ver foto 1).

Foto 1. Perfil del yacimiento calcáreo en la Formación Belencito.



Fuente: Resultado de estudio.

Estructuralmente los estratos se encuentran en el Anticlinal Invertido de Nobsa, delimitando los flancos paralelos al eje por la falla Soapaga y cuyo rumbo es SW – NE hacia el oriente de la falla de Soapaga provoca el volcamiento o inversión de los estratos de las formaciones de Tibasosa y Belencito a manera de un monoclinal (ver foto 2).

Foto 2. Tectónica de los estratos.



Fuente: Resultado de estudio.

Cuadro 4. Espesores promedios litológicos de los mantos calcáreos y estériles.

BANCO	ESPESOR (m)	ESTÉRIL	ESPESOR (m)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaCO ₃ (%)	SO ₂ (%)
I	9	Kibi	160	15.2	0.75	2.09	37.8	0.03
H	10	H/I	30	15.2	2.26	1.51	38.8	0.03
G 2	7	G/H	24	12.4	3.08	1.9	39	0.04
G 1	16	F	41	28.9	5.23	2.28	37.4	0.05
E	14	D/E	8	9.22	1.45	0.87	41	0.04
D	26	C/D	145	9.12	1.93	0.91	43	0.05

Fuente: Cementos Argos S.A.

1.12. SITUACIÓN ACTUAL DE LA MINA

Actualmente se encuentra en explotación el Banco G, 1, 2 por parte de la empresa Cementos Argos S.A. cuyo operador minero es la firma MINCIVIL S.A., esta mina se caracteriza por proveer calizas de bajo contenido CaCO₃ a la planta con porcentajes entre 36% – 39%.

1.12.1. Labores de desarrollo y preparación (preminado). La mina actualmente desarrolla, construye vías de acceso a los frentes de explotación con pendientes promedios de 4 a 10% generando un mayor desgaste de los equipos en su mantenimiento de frenos. El ancho de vía es de 10,40 m en las vías principales y en las vías de acceso a los bancos de caliza varía de 9 a 12 m garantizando una buena movilización de los equipos. Los bancos presentan intercalaciones entre los mismos de material estéril como lutitas y areniscas; estos son removidos para tener acceso al banco de caliza; sin embargo, el tránsito en estas vías se realiza por el lado derecho permitiendo la circulación de camiones fácilmente asegurando el transporte del material estéril desde el frente hasta los botaderos final donde es conformado por un tractor de orugas para mantener estabilidad en los taludes del mismo (ver foto 3).

Foto 3. Equipo en desarrollo.



Fuente: Resultado de estudio.

1.12.2. Labores de explotación (minado). Estas labores son llevadas a cabo en el Banco G 1, 2 por el método de bancos descendentes; una vez definido el límite de explotación superior, se da continuidad al diseño de las terrazas inferiores, con un avance en dirección Norte - Sur. Este banco lleva un buzamiento de 34° NE. La mina cuenta con una malla de perforación definida de 4 columnas por 4 filas para caliza y arenisca; en cuanto al material de lutitas se utiliza una malla de perforación de 5 columnas por 5 filas. Las cuales se realizan implementando el perforador con martillo de fondo Sandvik DI 300 de diámetro de broca 4 ½ en voladura. La malla es marcada por el Departamento de Planeamiento Minero quienes definen el área y el número de barrenos a perforar. El operador minero Mincivil S.A. realiza la perforación de acuerdo a lo definido anteriormente. Por último, se efectúa un muestreo por cada dos barrenos de detritus en perforación y esta muestra es llevada al laboratorio de la planta Cementos Argos S.A. (ver foto 4).

Foto 4. Equipos en explotación.



Fuente: Resultado de estudio.

1.12.3. Infraestructura. La mina cuenta con construcciones que incluye: baños, sala de reuniones, oficina de planeamiento, taller de mantenimiento y soldadura, almacenamiento de lubricantes, tanque de almacenamiento de combustibles y una caseta de vigilancia de la mina (ver foto 5).

Foto 5. Construcciones presentes en la mina.



Tanque almacenamiento combustible



Taller de mantenimiento

Oficinas de planeamiento



Almacenamiento de lubricantes



Fuente: Resultado de estudio.






1.12.4. Equipos utilizados en desarrollo. Los equipos utilizados son los que la empresa contratista MINCIVIL S.A. proporciona para las operaciones en la mina Belencito (ver cuadro 5).

Cuadro 5. Equipos utilizados en la mina.

No	EQUIPOS	DESCRIPCIÓN
1		Motoniveladora Caterpillar 140 G Uso: Adecuación de vías internas y externas de la vía
2		Retroexcavadora Caterpillar 345 C Capacidad de cuchara: 1,8 m ³ Uso: Para cargue y descargue de material a los camiones rígidos.
3		Retroexcavadora con Martillo Hidráulico 330 C Uso: Reducción de sobretamaño de caliza
4		Buldócer Caterpillar D6N Capacidad de cuchara: 13,5 m ³ Uso: Remoción de Caliza y material estéril
5		Camiones Doble troque Internacional 7600 Capacidad de tara: 35 t. Uso: Transporte de Caliza hacia la planta de trituración

Fuente: Resultado de estudio.

Cuadro 5. Continuación de equipos utilizados en la mina.

6		<p>Cargador Caterpillar 988 H Capacidad de cuchara: 7,7 m³ Uso: Remoción de estériles y Roca Caliza</p>
7		<p>Camiones de Riego FOTON 2013 Uso: Humedecer las vías</p>
8		<p>Camiones rígidos Caterpillar 769 Capacidad de tara: 15 m³ Uso: Transporte de mineral a la tolva alimentadora</p>
9		<p>Camiones rígidos Caterpillar 730 Capacidad de tara: 12 m³ Uso: Transporte de material estéril a los botaderos</p>
10		<p>Perforador con Martillo de Fondo Sandvik DI 300 Uso: Perfora Barrenos de diámetro 4 ½ en voladura</p>

Fuente: Resultado de estudio.

1.12.5. Turnos de trabajo. Actualmente en la mina cuenta con dos turnos de trabajo específicamente en la cantera hay un solo turno y en la trituradora Hazemag dos turnos (ver cuadro 6).

Cuadro 6. Turnos de trabajo.

ÁREA	TORNOS	HORARIO	TRABAJADORES
Operativa	1	7 a.m. – 5 p.m.	34
Trituradora	2	7:30 a.m. – 3: 30 p.m. 3:30 p.m. – 11:30 p.m.	14

Fuente: Resultado de estudio.

1.12.6. Personal operador minero

Cuadro 7. Personal de la mina.

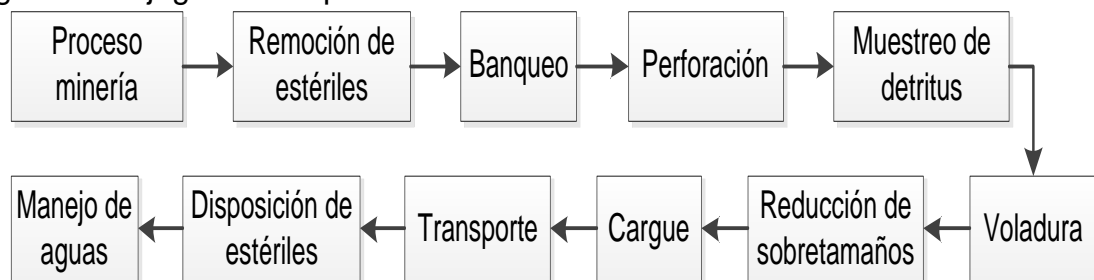
Personal de la mina Belencito	
Director de proyecto	1
Profesional de canteras	1
Ingeniero residente	1
Ingeniero de mantenimiento	1
Gestor S&SL	1
Inspector de seguridad	1
Gestor ambiental	1
Ayudantes ambientales	3
Profesional de mantenimiento	1
Mecánico I: Líder	1
Mecánico II: Auxiliares	1
Mecánico III: Principiante	1
Operadores I: Múltiples equipos	3
Operadores II: Un equipo	10
Dinamitero	1
Ayudante de patio	1
Perforador	1
Ayudante del perforador	1
Ayudante de voladura	1
Llantero	1
Patiero	1
Ayudantes en trituración en los dos turnos	6
Operadores en la banda en los dos turnos	4
Eléctricos en los turnos	4
TOTAL	48

Fuente: Resultado de estudio.

2. OPERACIONES MINERAS PRESENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO

La explotación de recursos no renovables debe ser de forma racional donde se describe todas las operaciones necesarias y óptimas para la extracción del material calcáreo (ver figura 3).

Figura 3. Flujograma del proceso minería.



Fuente: Datos de estudio.

2.1. REMOCIÓN DE ESTÉRILES

Esta operación se realiza como labor de desarrollo y preparación. Los bancos de caliza no presentan capa vegetal sino intercalaciones de material estéril como areniscas y lutitas; lo cual se requiere remover el material por medio de voladura definiendo una malla de perforación 4 columnas por 4 filas y 5 columnas por 5 filas respectivamente implementando el perforador Sandvik DI 300 con broca de diámetro 4 ½, facilitando el acceso a los bancos de explotación del mineral (ver anexo A).

2.2. BANQUEO

Debido a que los estratos litológicamente se encuentran inclinados con presencia de intercalaciones de lutitas carbonosas y areniscas entre bancos calcáreos para la operación de banqueo se establece como método de explotación efectuado por bancos únicos descendentes determinando el sentido, secuencia, avance de explotación realizando fajas de explotación de 10 m. de ancho por 10 m de alto para su posterior arranque acondicionando vías horizontales en el frente de explotación facilitando el trabajo de cargue y transporte según la estabilidad geomecánica definida. El ángulo del talud final varía entre 45 a 70°, debido a que los materiales presentan buenas condiciones de estabilidad y seguridad (ver anexo A).

2.3. PERFORACIÓN En la mina Belencito se trabaja con una malla de perforación definida tanto en el mineral caliza como material estéril mediante el equipo de perforación Sandvik DI 300 con martillo de percusión de cabeza en fondo de forma vertical, con diámetro de 4 ½ y su granulometría a criterio de Cementos Argos S.A. y la firma operante Mincivil S.A.

Se perforan barrenos con respecto a la estratigrafía de los bancos después de la perforación se protegen barrenos evitando la caída de agua con bolsas plásticas introducidas en los mismos y se taponan con detritus garantizando que no hay variación después de la perforación y antes de la voladura (ver foto 6 y anexo A).

Foto 6. Malla de perforación.



Fuente: Resultado de estudio.

2.4. MUESTREO DE DETRITOS

Consiste en la selección de porción de mineral después de realizada la malla de perforación por cada dos (2) barrenos consecutivos de la misma hasta culminar el total de los mismos, con el propósito de estimar sus propiedades o su composición del mineral volado mediante análisis de laboratorio de la planta (ver foto 7).

Foto 7. Muestreo de detritus.

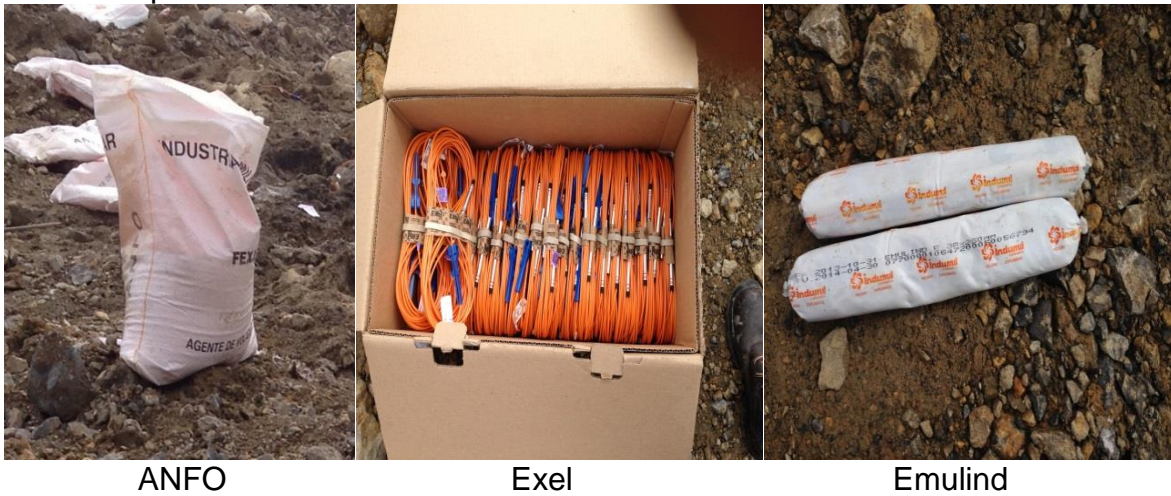


Fuente: Resultado de estudio.

2.5. VOLADURA

Esta operación se realiza mediante el uso de explosivos; consiste en la fragmentación del macizo rocoso a un tamaño adecuado para su cargue y transporte tanto en mineral caliza como material estéril. En el arranque del mineral se debe evitar la contaminación del material de interés con el estéril. Es importante conocer e identificar la geología del yacimiento, la dirección e inclinación de los estratos que conforman el mismo (ver foto 8, 9).

Foto 8. Explosivos utilizados en voladura.



Fuente: Resultado de estudio.

Foto 9. Material arrancado.



Fuente: Resultado de estudio.

2.6. REDUCCIÓN DE SOBRETAMAÑOS

Una vez realizada la voladura, en algunos casos se presenta sobretamaños en la caliza; difíciles de cargar, transportar y triturar generando altos costos económicos y retardos en la operación de cargue como también el de transporte para la empresa. Para la determinación de la cantidad de sobretamaños generada por una voladura; el sobretamaño es sometido a una operación secundaria de reducción de sobretamaños dependiendo de su dimensión por medio de una retroexcavadora Caterpillar 330 con martillo hidráulico (ver foto 10).

Foto 10. Picado con martillo hidráulico.



Fuente: Resultado de estudio.

2.7. CARGUE

El cargue en la cantera se realiza por medio de palas mecánicas en los frentes de preparación y explotación con retroexcavadora Caterpillar 345 C sobre orugas con capacidad de cuchara de $1,8 \text{ m}^3$. a los camiones Caterpillar 769 de 15 m^3 . de capacidad de la tara para mineral caliza y 730 de capacidad de la tara de 12 m^3 . para material estéril (ver foto 11).

Foto 11. Cargue.



Fuente: Resultado de estudio.

Los tiempos y movimientos de cargue y transporte se toman en base a los actuales equipos de cargue y transporte en la mina Belencito, teniendo como herramienta principal un cronometro el cual nos permite determinar los tiempos (ver cuadro 8, 9).

Cuadro 8. Tiempos y movimientos de cargue y transporte del camión.

Equipo Camión	Maniobras de cargue (s.)	N° de cucharadas retroexcav.	T. de cargue (min.)	T. de ida (min.)	Maniobras de descargue (s.)	T. de descargue (s.)	T. de vuelta (min.)	Consumo de combustible gls / hora (ACPM)
769	25,17	11	5	8	10	33	10	12
730	22,95	9	5	10	12	34	12	12

Fuente: Resultado de estudio.

Cuadro 9. Ciclo de cargue de la retroexcavadora.

Equipo	Maniobras de cargue (min.)	Tiempos de cargue- camiones 769 c	Consumo de combustible / hora (ACPM)	Capacidad de cuchara (m³)
Retroexcavadora CAT. 345 C	1,15	5	9,16 galones	1,8

Fuente: Resultado de estudio.

2.8. TRANSPORTE

Esta operación es realizada por camiones Caterpillar 769 y 730 para realizar el transporte de materiales. Los camiones Caterpillar 769; son empleados para transportar la caliza del frente de explotación hasta el patio de acopio, asimismo, transportan el material estéril del frente de explotación hasta los botaderos con camiones Caterpillar 730 (ver foto 12).

Foto 12. Equipo utilizado en transporte.



Camión Caterpillar 730



Camión Caterpillar 769

Fuente: Resultado de estudio.

2.9. DISPOSICIÓN DE ESTÉRILES

Debido a la minería superficial de caliza margas, esta produce material estéril generalmente en pilas de forma ordenada de abajo a arriba con franjas drenantes y taludes de inclinación apta permitiendo la revegetación. Las franjas drenantes recogen las aguas escorrentías conduciéndolas a cotas inferiores con pendientes del 5% mediante canales perimetrales dirigidos a los pozos de sedimentación. La mina cuenta de dos (2) botaderos (ver foto 13 y anexo A).

Foto 13. Conformación de botaderos.



Fuente: Resultado de estudio.

2.10. MANEJO DE AGUAS

El sistema de desagüe se realiza por gravedad mediante cunetas adecuadas a la margen derecha e izquierda de la vía. Se realiza la limpieza de cunetas, pozos de sedimentación cuando va en el 70% del llenado de material sólido. Para el bombeo interno como longitudinal varía dependiendo de la inclinación de la vía. El bombeo interno oscila entre el 1 al 2 %; en cuanto al bombeo longitudinal maneja pendientes del 5% al 12%; con el fin que las aguas derivadas de la precipitación de la zona no se depositen y puedan desplazarse libremente hasta los pozos sedimentadores. En mina se tiene un circuito de diez (10) pozos de sedimentación para el tratamiento de las aguas provenientes de la mina, el desagüe es necesario para evitar que las escorrentías cargue los taludes y produzca deslizamientos, en esta parte se tiene un extremo control que permite la seguridad y estabilidad de los taludes, como la protección de los trabajadores (ver foto 14).

Foto 14. Manejo de aguas.



Cunetas en la vía



Tanque de sedimentación

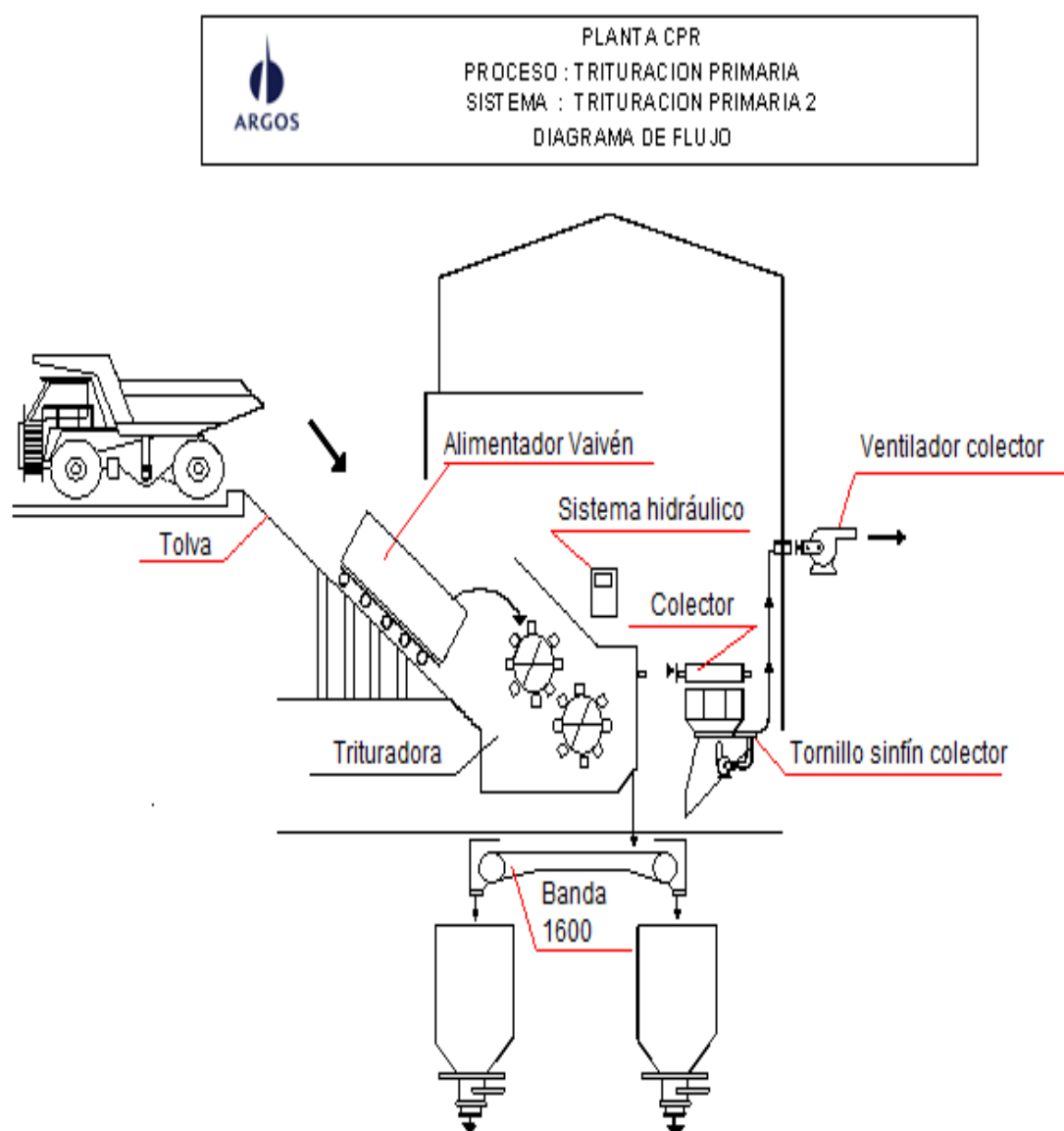
Fuente: Resultado de estudio.

3. TRITURACIÓN HAZEMAG

La trituración Hazemag es la operación que realizan al pasar la caliza de 90 m³. a la diagonal de la tolva alimentadora de la trituradora, generando una caliza de 25 mm. apta para su prehomogenización en los molinos de bolas giratorios de la planta de Cementos Argos S.A. La trituradora Hazemag AP 5 Br/C-SK presente en la mina Belencito, es propiedad de la empresa cementera y es de gran importancia en la operación de beneficio como materia prima para la elaboración de cemento.

3.1. FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE TRITURACIÓN HAZEMAG

Figura 4. Flujoograma del proceso de trituración Hazemag.



Fuente: Resultado de estudio.

3.2. ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE LA TRITURADORA

3.2.1. Tolva alimentadora. Las especificaciones como se encuentra hoy en día de la misma, tiene una capacidad de 200 t. con una dimensión 8 m. de ancho por 6,30 m. de longitud por 10 m. de profundidad, construida en concreto sólido, revestida con lámina antidesgaste de 1 pul. y protegidas por palanquillas contra impacto (ver foto 15).

Foto 15. Tolva alimentadora de la trituradora.



Fuente: Resultado de estudio.

3.2.2. Cortina de cadenas con palanquillas dosificadoras. Estas palanquillas van sujetas por guayas de 3/4 pul. amarradas por cables de 5/8 pul. proporcionando flexibilidad a las mismas y a su vez dosifica el material evitando el paso excesivo del material al rotor primario por gravedad (ver foto 16).

Foto 16. Cortina de cadenas con palanquillas dosificadoras.



Fuente: Resultado de estudio.

3.2.3. Alimentador metálico de vaivén. Este alimentador es de funcionamiento electrohidráulico, posee una bomba hidráulica de presión de 4.500 psi. de salida para darle movimiento de vaivén a un cilindro hidráulico, consume 165 galones de aceite, el motor de la bomba de 440 W va direccionado por un sistema electrónico que en el momento de su comando trabaja bajo órdenes de amperaje de los rotores de la trituradora mediante sensores de curso, el carro alimentador esta soportado en rieles guías desplazándose por medio de rodamientos.

El carro alimentador transporta el material a la tolva de deslizamiento revestida con lámina de antidesgaste de 2 pul. de grosor donde el mineral lo recibe el rotor primario triturando el material de tamaño de 1 m. a la diagonal dejándolo a una granulometría de 15 cm.; por último, el mineral es triturado por el rotor secundario de aproximadamente de 15 cm. para que este a su vez le proporcione la granulometría final 2,5 cm (ver foto 17).

Foto 17. Alimentador metálico de vaivén.



Fuente: Resultado de estudio.

3.2.4. Rotor primario. Conformado por un cilindro macizo de hierro fundido encerrados por un bastidor recubiertos por placas de choque antidesgaste donde se tritura la caliza. Posee 6 martillos intercambiables según su desgaste de 180 cm. de longitud; el rotor es soportado por un eje que a su vez giran por dos chumaceras laterales, rodamientos axiales, una polea motriz de 100 cm. en su radio que es direccionada por 15 correas C 236, accionadas por un motor de 4.160 W de potencia, el motor tiene como accionadores de potencia disyuntoras (ver foto 18 y cuadro 10).

Foto 18. Rotor primario.



Fuente: Resultado de estudio.

Cuadro 10. Características del accionamiento del rotor primario.

Datos técnicos	Motor 450KW; 1.200 r.p.m. Velocidad de rotación del rotor 312/419 r.p.m. Velocidad periférica del rotor 26/35 a m/s.
Dimensiones polea motriz	Diámetro primitivo: 335 y 450/mm. N° de canales: 15. Perfil: SPC.
Polea receptora	Diámetro primitivo: 1.250 mm. N° de canales: 15 Perfil: SPC.
Al juego de poleas le corresponde	Correas: 15 Perfil: SPC. Longitud: 8.500 mm.
Tipo de molino	Tipo de Molino: AP 5 Br/C-SK N° De asunto Hazemag: 2258/AZ

Fuente: Resultado de estudio.

3.2.5. Rotor secundario. Este rotor es revestido por hierro fundido pero de forma esquelética revestida por bastidores recubiertos por placas de choque antidesgaste donde se tritura la caliza. Dispone de tres martillos por 6 secciones que conforman 18 martillos de 60 cm. de longitud, posee 15 correas C 236 accionadas por un motor de 4160 W estos motores tienen como accionadores de potencia disyuntoras (ver foto 19 y cuadro 11).

Foto 19. Rotor secundario.



Fuente: Resultado de estudio.

Cuadro 11. Características del accionamiento rotor secundario.

Datos técnicos	Motor 450 KW; 1.200 r.p.m. Velocidad de rotación del rotor: 465/521 r.p.m. Velocidad periférica del rotor: 39/44 a m/s.
Polea motriz dimensiones	Diámetro primitivo: 400/500 mm. N° de canales: 15 Perfil: S.P.C
Polea receptora	Diámetro primitivo: 1.000 mm N° de canales: 15 Perfil: SPC.
Al juego de las poleas le corresponde	Correas: 15 Perfil: SPC Longitud: 8.500 mm.
Tipo de molino	Tipo de Molino: AP 5 Br/C-SK N° De asunto Hazemag: 2258/AZ.

Fuente: Resultado de estudio.

3.2.6. Banda reversible 1.600 mm. El material triturado es transportado por la banda reversible de 1600 mm de ancho a la tolva; estas son revestidas por placas de protección evitando el deterioro masivo. La banda transporta el mineral triturado a los dos silos de alimentadores de 400 t., cabe resaltar, que el material particulado es controlado por medio de un colector de polvo (ver foto 20).

Foto 20. Banda reversible 1.600 mm.



Fuente: Resultado de estudio.

3.2.7. Banda 800 mm. En esta banda se realiza el muestreo del mineral triturado para el laboratorio de la planta con el fin de determinar la calidad del mismo cada por cada turno. La banda se encuentra revestida por placas de protección evitando el deterioro masivo. Recibe el mineral de los pozos y la almacena en los silos de despacho a los patios de la planta. El material particulado es controlado por medio de un colector de polvo (ver foto 21).

Foto 21. Banda 800 mm.



Fuente: Resultado de estudio.

3.2.8. Pantallas de impacto. La trituradora Hazemag está equipada de 2 pantallas de impacto monobloc; en la parte inferior, están recubiertas de una fila de placas de impacto atornilladas, fácilmente reemplazables. Las pantallas están suspendidas en el interior por dos ejes y el reglaje de la distancia entre las pantallas y el rotor se efectúa hidráulicamente. El reglaje adecuado de las pantallas se realiza en función de la granulometría deseada, el mismo solo debe efectuarse cuando el rotor esté totalmente parado (ver foto 22).

Foto 22. Pantallas de impacto de rotores primario y secundario.



Delantera



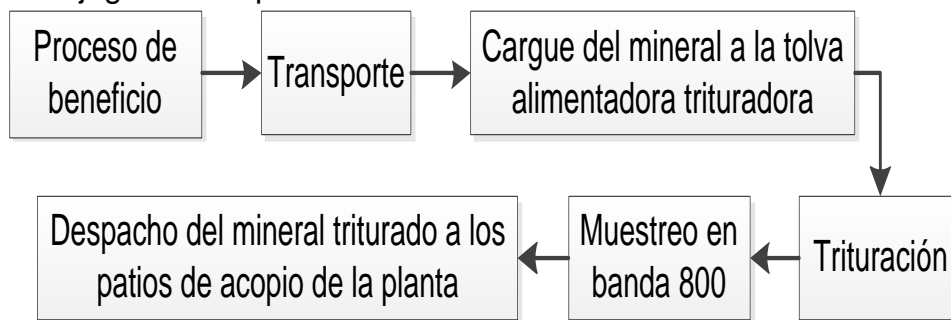
Trasera

Fuente: Resultado de estudio.

4. OPERACIONES Y PROCESOS EN TRITURACIÓN HAZEMAG

La mina Belencito realiza trituration como operación de beneficio a la que es sometido el mineral extraído para su posterior utilización o transformación (ver figura 5).

Figura 5. Flujograma del proceso de beneficio.



Fuente: Resultado de estudio.

4.1. TRANSPORTE

Una vez efectuada la voladura, el material extraído se carga por medio de retroexcavadoras a los camiones; estos a su vez, descargan el material de caliza marga bajas en CaCO_3 , alto contenido de Si y alúmina a la tolva de alimentación de la trituradora, esta recibe el material hasta de 1 m. de arista en la diagonal (ver foto 23).

Foto 23. Transporte de mineral calcáreo.



Equipo de transporte de la caliza



Tamaño del mineral de transporte

Fuente: Resultado de estudio.

4.2. CARGUE DEL MINERAL A TOLVA ALIMENTADORA DE LA TRITURADORA

De acuerdo al requerimiento de la materia prima exigida por la Planta, se cargan en la tolva de alimentación de la trituradora Hazemag tres tipos de caliza de las minas San Antonio, Monjas y Margas (ver foto 24).

Foto 24. Cargue del mineral a tolva alimentadora.



Fuente: Resultado de estudio.

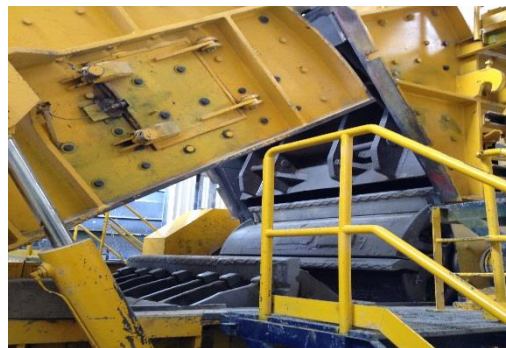
4.3. TRITURACIÓN

Es la operación de reducción de tamaño de las materias primas; tiene como objetivo primordial obtener un producto fácilmente transportable, que se preste para la operación de prehomogenización en las pilas de la planta y cuyo tamaño sea lo más fino posible y en cualquier caso, cuyo tamaño superior sea aceptable como alimentación de los molinos de crudo (ver foto 25).

Foto 25. Componentes en trituración Hazemag



Sala de operación



Trituradora

Fuente: Resultado de estudio.

4.4. MUESTREO EN BANDA 800 mm

El mineral se reduce a una granulometría de 25 mm. en donde la caliza es llevada por medio una banda transportadora de 800 mm de longitud por cada 400 t/h se realizan dos (2) muestra del mineral triturado de 4 kg. para ser enviadas al laboratorio de la planta; con el fin de realizar un análisis inmediato que comprenden las determinaciones en porcentajes respectivos de cada composición química que posee los materiales (ver foto 26).

Foto 26. Muestreo.



Banda 800



Muestras del mineral

Fuente: Resultado de estudio.

4.5. DESPACHO DEL MINERAL TRITURADO A LOS PATIOS DE ACOPIO DE LA PLANTA

El producto final se deposita a los dos silos de almacenamiento de capacidad 400 t. respectivamente, después de realizarle el proceso de beneficio (trituration Hazemag).

Los operadores abren la compuerta de los mismos para su llenado a los camiones doble troque hasta los patios de acopio de la Planta Cementos Argos S.A. para su prehomogenización con las otras calizas altas de las minas Monjas y San Antonio a una granulometría de 25 mm (ver foto 27).

Foto 27. Despacho del mineral.



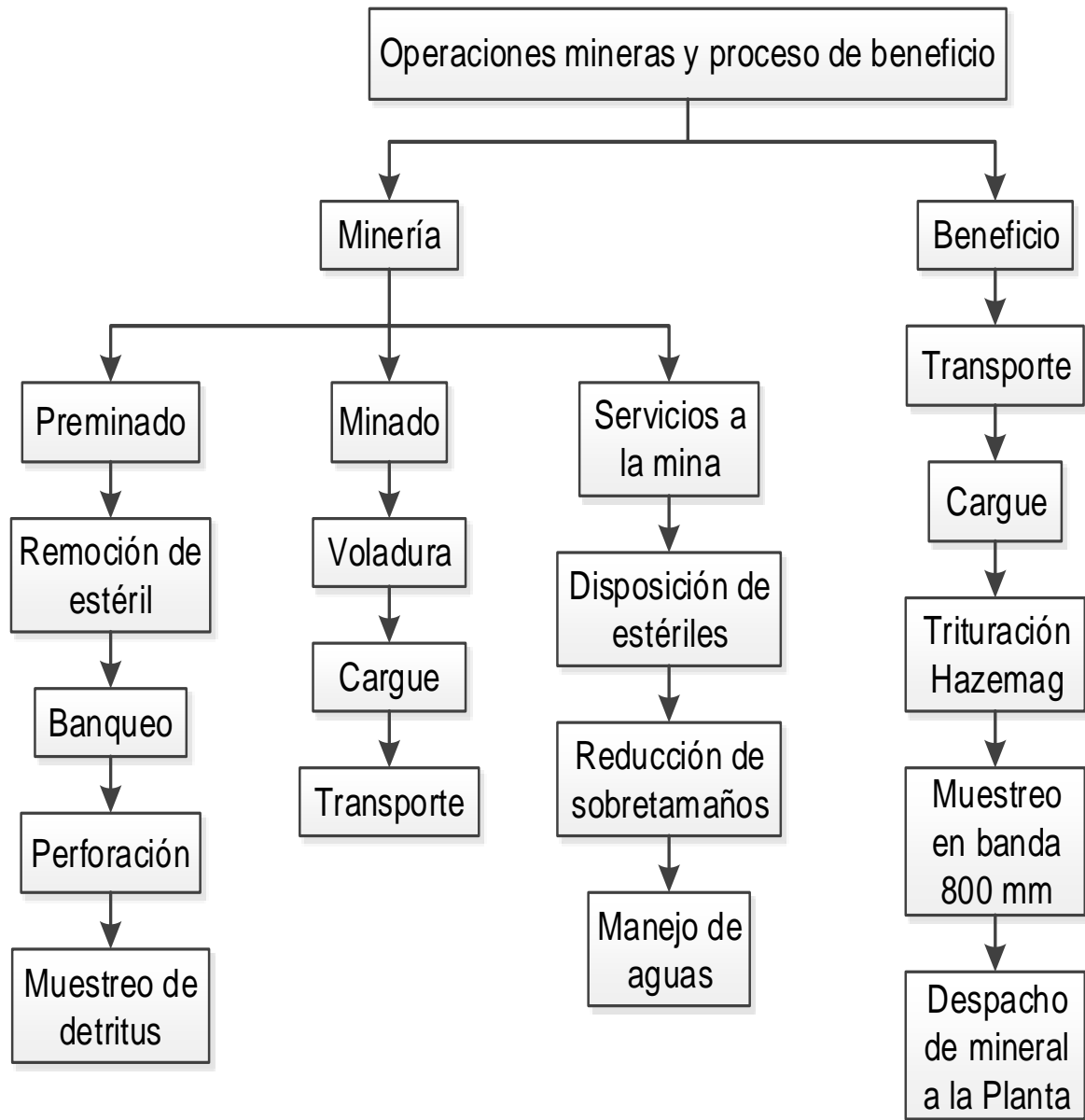
Silos de despacho del mineral.



Cargue del mineral triturado a los camiones doble troque.

Fuente: Resultado de estudio.

Figura 6. Diagrama general de apoyo de operaciones mineras y proceso de beneficio.



Fuente: Resultado de estudio.

5. CONTENIDO DEL MANUAL OPERATIVO





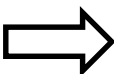
5.1. DEFINICIÓN DE UN MANUAL

Es un conjunto de actividades tendientes a normalizar los procedimientos operativos que reviste una gran importancia en el actuar de las empresas, ya que contiene información pertinente para llevar a cabo de manera precisa y secuencial, las operaciones mineras a cada una de las unidades administrativas, asimismo determinan la responsabilidad e identifican los mecanismos básicos para la instrumentación y el desarrollo adecuado generalizando y unificando los criterios básicos para el análisis de las operaciones mineras en la mina señalando lo que se pretende obtener con el mismo.

5.2. SIMBOLOS BASICOS PARA ELABORAR FLUJOGRAMAS

Los símbolos que a continuación se señalan son los que convencionalmente se ha tomado para representar operaciones mineras y de beneficio aplicadas en el manual (ver cuadro 12).

Cuadro 12. Simbología utilizada en flujogramas.

	Terminal	Inicio final del diagrama
	Operación o nivel	Realización de una actividad
	Decisión	Análisis de una situación y toma de decisión
	Conexión	Conexión o relación entre partes de un diagrama
	Indicador de dirección o línea de flujo	Indica el sentido de la ejecución de operaciones

Fuente: Resultado de estudio.

5.3. IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS

Para el ensamble de un manual operativo se implementa una tabla detallada y explícita donde se describen las operaciones mineras y procesos en la trituración Hazemag partiendo de la descripción de procesos, subprocesos, procedimientos y documentos de apoyo relacionados con la realización de los subprocesos presentes en la mina Belencito.

La identificación de procesos productivos resulta de manera práctica y fácil entendimiento de lo que se desea llegar (ver cuadro 13).

Cuadro 13. Identificación de procesos productivos.

PROCESOS	SUBPROCESOS	PROCEDIMIENTOS	DOCUMENTOS DE APOYO
Manual de la operación preminado	Remoción de estériles	Analizar y establecer las dimensiones del material. Realizar la malla de perforación 4x4 y 5x5 para arenisca y lutitas, respectivamente con el perforador SANDVIK DI 300. Remover el material por medio de voladura. Verificar el tamaño del material para su cargue a los camiones. Cargar el material a los camiones. Transportar el material a los botaderos.	Permiso de Trabajo A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro)
	Banqueo	Determinar las condiciones topográficas del banco. Considerar los bancos individuales para una explotación previa. Determinar la longitud del banco, la altura, y la cara libre. Definir el avance de explotación.	
	Perforación	Dar instrucciones correspondientes al operador. Seleccionar el equipo a utilizar. Operar la perforadora dirigiéndose al frente de explotación. Diseñar la malla de perforación estipulada para cada material. Perforar barrenos. Evaluar la perforación realizada. Proteger con bolsas plásticas y detritus barrenos.	Permiso de Trabajo A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro)
	Muestreo de detritus en perforación	Realizar la perforación de barrenos. Conformar pilas a lo largo de toda el área a muestrear del mineral. Muestrear el material cada dos barrenos, hasta culminar el total de los mismos. Empacar muestras en bolsas plásticas. Trazar muestras. Transportar muestras al laboratorio de la planta.	Permiso de Trabajo A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro)
Manual de la operación minado	Voladura	Realizar el plan de compras de explosivos en la oficina de Indumil, Batallón Tarqui – Sede Sogamoso Escoger los explosivos a usar. Abrir barrenos con pala. Cargar barrenos con explosivos. Supervisar el cargue de barrenos. Conectar y verificar los sistemas de conexión. Evacuar el personal, quedando el dinamitero únicamente. Efectuar la voladura iniciándola con mecha de seguridad. Comprobar la efectividad de la voladura. Devolver los explosivos sobrantes al polvorín del Batallón. Realizar el informe de voladura correspondiente a la empresa y batallón.	Permiso de Trabajo A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro) Permiso de Trabajo en Voladura
	Reducción de sobretamaños	Inspeccionar la retroexcavadora. Operar la retroexcavadora efectuando el picado con martillo a los sobretamaños. Cargar el mineral que sea reducido a tamaños satisfactorios. Transportar el material a la trituradora Hazemag.	Permiso de Trabajo A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro)
Manual de la operación minado	Cargue	Verificar el tamaño del material para su cargue a los camiones. Realizar el cargue. Transportar el material a los patios de acopio y botaderos. Realizar el descargue en los patios de acopio y botaderos.	Permiso de Trabajo A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro)

Fuente: Resultado de estudio.

Cuadro 13. (Continuación) Identificación de los procesos productivos.

Manual de la operación minado	Cargue	Verificar el tamaño del material para su cargue a los camiones. Realizar el cargue. Transportar el material a los patios de acopio y botaderos. Realizar el descargue en los patios de acopio y botaderos.	Permiso de Trabajo A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro)
	Transporte	Trasladar el material del frente de explotación hasta el patio de acopio y botaderos. Descargar el material hasta los patios de acopio y botaderos.	Permiso de Trabajo A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro)
	Disposición de estériles	Seleccionar área de ubicación. Identificar las condiciones topográficas. Elaborar vías facilitando el acceso. Conformación de botaderos de disposición de estériles de acuerdo a la topografía. Construir canales de recolección de aguas. Rectificación y reconstrucción de canales de recolección de aguas escurrientías. Clasificar el material estéril. Cuantificar el volumen de estériles producido. Conformar taludes. Evaluar la estabilidad de taludes. Adecuación de alturas. Proteger los taludes estableciendo barreras vivas vegetales.	Permiso de Trabajo A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro)
	Manejo de aguas	Realizar el sistema de drenaje a la mina. Instalar los sistemas de tratamiento de aguas como cunetas, pozos de sedimentación y vertimiento final. Definir el bombeo interno y longitudinal de la vía. Realizar mantenimiento del sistema. Monitoreo y seguimiento de la efectividad de los sistemas de control y tratamiento.	Permiso de Trabajo A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro)
Manual de trituración Hazemag	Cargue	Verificar el tamaño del material para su cargue a los camiones a la tara de los camiones. Realizar el cargue a los camiones para luego efectuar la operación de beneficio.	Permiso de Trabajo A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro)
	Transporte	Trasladar la caliza desde los patios de acopio hasta la tolva alimentadora de la trituradora. Verificar que el semáforo se encuentre en verde para realizar el cargue a la tolva. Posicionar la volqueta para el descargue del mineral. Realizar descargue a la tolva alimentadora.	Permiso de Trabajo A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro)
	Trituración	Encender y poner en marcha la trituradora. Realizarla trituración. De la tolva al impactor. Del impactor a la banda 1600. De la banda 1600 a los pozos alimentadores. De los pozos a la banda 800. De la banda 800 al silo. Del silo al cargue de las volquetas doble troque a los patios de acopio de la planta de beneficio.	

Fuente: Resultado de estudio.

Cuadro 13: (Continuación) Identificación de los procesos productivos.

Manual de trituración Hazemag	Muestreo	Realizar muestreo en la banda 800 diariamente recogiendo cuatro muestras por los dos turnos de trabajo cada 200 T cuando pasa por la banda transportadora con palas para medidas. Empacar las muestras que no sobrepase los 4 Kg. Efectuar la trazabilidad en las muestras. Llevar las muestras al laboratorio de la planta.	
	Despacho	Esperar turno en los silos alimentadores. Verificar la posición de la volqueta, por parte del operador para abrir la compuerta de los silos de alimentación. Abrir compuerta del pozo. Esperar hasta que se realice el llenado de la tara. Cerrar compuerta del silo de alimentación. Trasladar el mineral a la planta de beneficio a los patios de acopio.	Permiso de Trabajo A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro)

Fuente: Resultado de estudio.

5.4. DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS

Los formatos de procedimientos contienen los siguientes pasos para conformar el manual:

Identificación: Este documento debe incorporar la siguiente información:

Logotipo de la organización.

Denominación y extensión.

Número de revisión (en su caso).

Unidades responsables de su elaboración, revisión y/o autorización.

Índice: Relación de los capítulos y páginas correspondientes que forman parte del documento.

Introducción: Exposición sobre el documento, su contenido, objeto, áreas de aplicación e importancia de su revisión y actualización.

Objetivos de los procedimientos: Explicación del propósito que se pretende cumplir con los procedimientos. Los objetivos educan y controlan el cumplimiento de las rutinas de trabajo y evitar su alteración arbitraria; simplificar la responsabilidad por fallas o errores; facilitar las labores de auditoría; la evaluación del control interno y su vigilancia; que tanto los empleados como sus jefes conozcan si el trabajo se está realizando adecuadamente; reducir los costos al aumentar la eficiencia general, además de otras ventajas adicionales.

Alcance de los procedimientos: Campo de acción que cubren los procedimientos.

Normas de operación y seguridad: En esta sección se deben contemplarse todas las normas de operación que precisan las situaciones alterativas que pudiesen presentarse en la operación de los procedimientos y se definen perfectamente las

políticas y/o normas que circunscriben el marco general de actuación del personal, a efecto de que esté no incurra en fallas. Los lineamientos se elaboran clara y concisamente, a fin de que sean comprendidos incluso por personas no familiarizadas con los aspectos administrativos o con el procedimiento mismo. Deberán ser lo suficientemente explícitas para evitar la continua consulta a los niveles jerárquicos superiores.

Responsables: Unidades administrativas y/o puestos que intervienen en los procedimientos en cualquiera de sus fases.

Descripción de las operaciones: Presentación por escrito, en forma narrativa y secuencial, de cada una de las operaciones que se realizan en un procedimiento. Cuando la descripción del procedimiento es general, y por lo mismo comprende varias áreas, debe anotarse la unidad administrativa que tiene a su cargo cada operación. Si se trata de una descripción detallada dentro de una unidad administrativa, tiene que indicarse el puesto responsable de cada operación. Es conveniente codificar las operaciones para simplificar su comprensión e identificación, aun en los casos de varias opciones en una misma operación.

Registros: Formas impresas que se utilizan en un procedimiento, las cuales se intercalan dentro del mismo o se adjuntan como apéndices. También se pueden adicionar instructivos para su llenado.

Flujograma: Representación gráfica de la sucesión en que se realizan las operaciones de un procedimiento y/o el recorrido de formas o materiales, en donde se muestran las unidades administrativas (procedimiento general), o los puestos que intervienen (procedimiento detallado), en cada operación descrita. Los diagramas representados en forma sencilla y accesible en el manual, brinda una descripción clara de las operaciones, lo que facilita su comprensión. Para este efecto, es aconsejable el empleo de símbolos y/o gráficos simplificados.



MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

001. FORMATO EN REFERENCIA

5.4.1. PROCEDIMIENTO DE REMOCIÓN DE ESTÉRILES

1. DEFINICIÓN:

Etapla realizada durante la fase de desarrollo y preparación; en la cual, se remueve el material que no posee interés económico.

2. ALCANCE:

Este procedimiento inicia desde el análisis y establecimiento de las dimensiones al material a extraer y finaliza con el transporte del material a los botaderos.

3. GENERALIDADES:

3.1. OBJETIVO:

Ejecutar el arranque del material estéril por medio de perforación y voladura, cargue, transporte, garantizando el acceso a los bancos calcáreos.

3.2. NORMAS DE SEGURIDAD:

Portar permanentemente los E.P.P.
Verificar el frente de trabajo.
Manejar ciclos de trabajo.
No realizar sobreesfuerzos.

3.3. ELEMENTOS DE SEGURIDAD:

Casco de seguridad con protección auditiva.
Gafas de seguridad industrial.
Respirador media cara.
Overol enterizo y camisa con reflectivos de la empresa.
Guantes de hilaza.
Botas de seguridad caña baja punta de acero.

4. RESPONSABLE (S): Ingeniero residente (Ir), Perforador (Pe), Ayudantes (Ay), Operador (Op).



MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

5. CARGOS QUE INTERVIENEN:

Director del proyecto (Dp), Gestor S&SL (Gs), Inspectora de seguridad (Is), Gestor ambiental (Ga), Ayudante ambiental (Aa), Patiero (Pa).

6. DESCRIPCIÓN DE PASOS A SEGUIR

Rol	Pasos a Seguir
Ir	Analizar y establecer las dimensiones del material a extraer.
Op	Efectuar la malla de perforación 4x4 y 5x5 para arenisca y lutitas, respectivamente con el perforador SANDVIK DI 300.
Di	Arrancar el material del manto por medio de perforación y voladura, cargue y transporte.
Ir	Verificar el tamaño del material para su cargue a los camiones.
Op	Cargar el material a los camiones. Transportar el material a los botaderos.

7. DOCUMENTO SOPORTE:

Reglamento Interno de Trabajo.
Decreto 2222 de 1993.

8. REGISTRO (S):

Permiso de Trabajo.
A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro).

9. CONTROL DE CAMBIOS

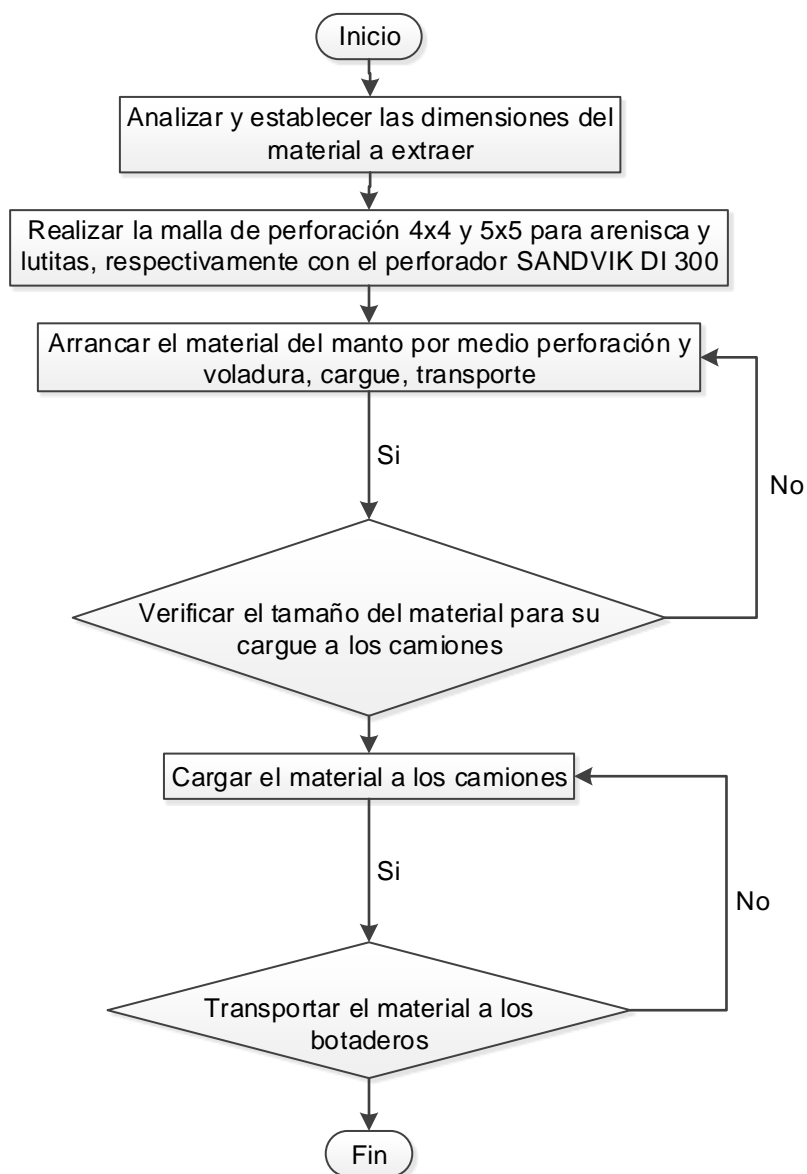
Motivo	Numeral	Página	Descripción de la modificación

Elaboró:
Diana Aza
Iván Camargo

Revisó:
Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

Aprobó:
Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

10. FLUJOGRAMA





MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

002. FORMATO EN REFERENCIA

5.4.2. PROCEDIMIENTO DE BANQUEO

1. DEFINICIÓN:

Operación minera por la cual se establecen los bancos mediante el diseño y cálculo en que se divide una explotación a cielo abierto para facilitar el trabajo de los equipos de perforación, cargue y transporte según la estabilidad geomecánica definida.

2. ALCANCE:

Este procedimiento inicia desde la determinación de las condiciones topográficas del terreno donde se ubica el banco hasta definir el avance de explotación.

3. GENERALIDADES:

3.1. OBJETIVO:

Realizar bancos de explotación a cielo abierto para facilitar el trabajo de los equipos de perforación, cargue, transporte.

3.2. NORMAS DE SEGURIDAD:

Portar permanentemente los E.P.P.
Verificar el frente de trabajo.
No realizar sobreesfuerzos.

3.3. ELEMENTOS DE SEGURIDAD:

Casco de seguridad con protección auditiva.
Gafas de seguridad.
Mascarilla contra polvos.
Camisa con reflectivo.
Protectores auditivos.
Guantes hilaza.
Botas de seguridad industrial punta acero.



MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

4. RESPONSABLE (S):

Ingeniero residente (Ir), Topógrafo (To), Operador (Op).

5. CARGOS QUE INTERVIENEN:

Inspectora de seguridad (Is), Ayudante ambiental (Aa).

6. DESCRIPCIÓN DE PASOS A SEGUIR

Rol	Pasos a Seguir
To	Determinar las condiciones topográficas del estéril.
Op	Realizar vías de acceso al frente de explotación. Preparar el frente de explotación removiendo el material estéril dejándola horizontal.
Ir	Precisar la dirección de explotación de los materiales. Definir la cara libre, altura, longitud y avance del material. Considerar los bancos individuales como una explotación previa.

7. DOCUMENTO SOPORTE:

Reglamento Interno de Trabajo.
Decreto 2222 de 1993.

8. REGISTRO (S):

Permiso de Trabajo.
A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro).

9. CONTROL DE CAMBIOS

Motivo	Numeral	Página	Descripción de la modificación

Elaboró:

Diana Aza
Iván Camargo

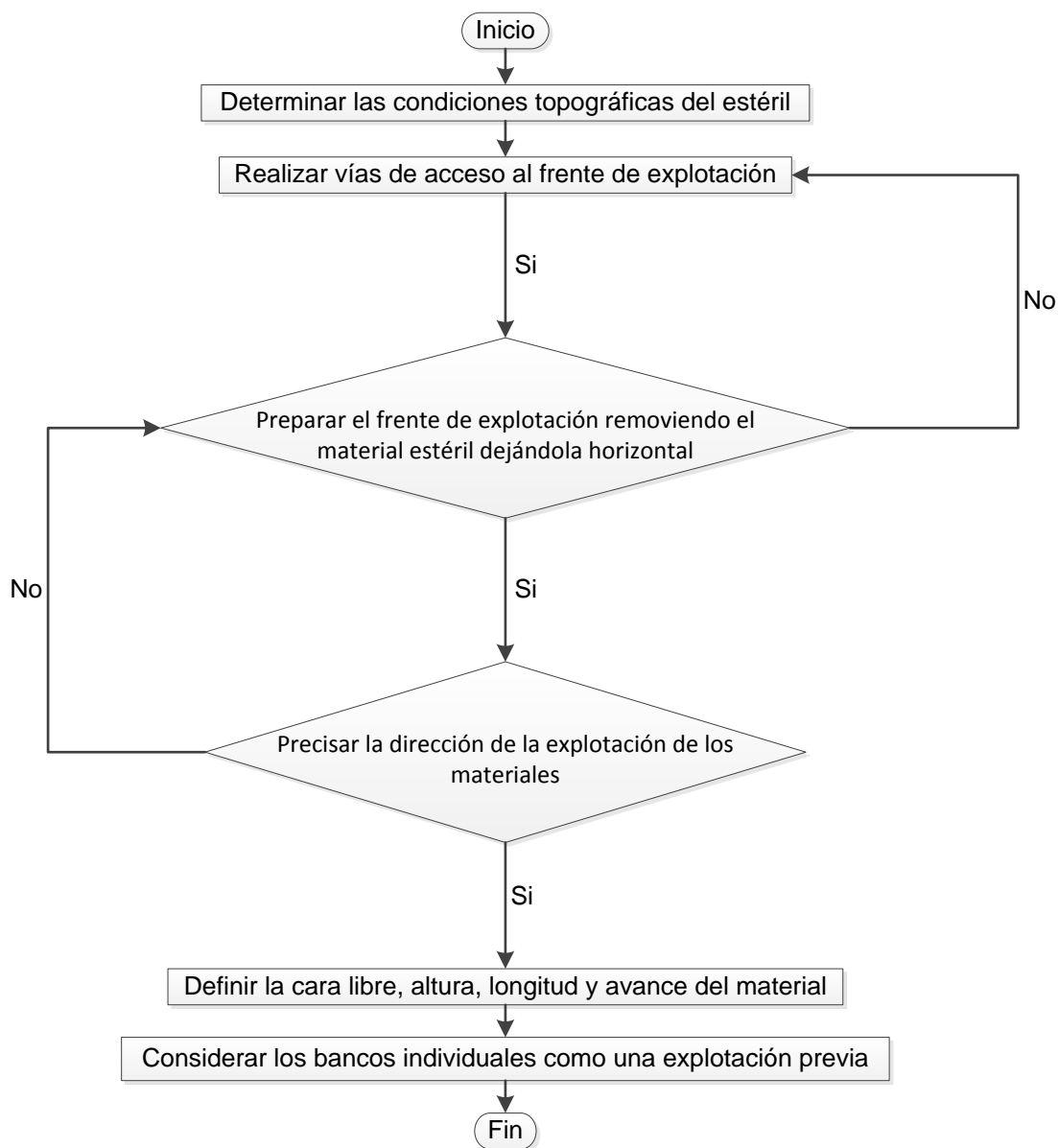
Revisó:

Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

Aprobó:

Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

10. FLUJOGRAMA





MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

003. FORMATO EN REFERENCIA

5.4.3. PROCEDIMIENTO DE PERFORACIÓN

1. DEFINICIÓN:

Procedimiento que describe la manera de marcar y realizar barrenos en la zona a explotar.

2. ALCANCE:

Este procedimiento inicia con el diseño de la malla de perforación estipulada para cada material finaliza protegiendo barrenos con bolsas plásticas y detritus.

3. GENERALIDADES:

3.1. OBJETIVO:

Ejecutar una perforación bajo normas técnicas y de seguridad.

3.2. NORMAS DE SEGURIDAD:

Portar permanentemente los E.P.P.

Los operarios de los equipos deben firmar el reporte diario de equipo, A.T.S.

Señalizar asegurando medidas de precaución cuando se realiza la perforación.

3.3. ELEMENTOS DE SEGURIDAD:

Casco de seguridad con protección auditiva y mascarilla contra polvos.

Gafas de seguridad.

Camisa con reflectivo.

Guantes hilaza.

Botas de seguridad industrial punta acero.

4. RESPONSABLE (S): Ingeniero residente (Ir), Perforador (Pe), Ayudante (Ay).

5. CARGOS QUE INTERVIENEN: Ayudante ambiental (Aa), Inspectora de seguridad (Is), Dinamitero (Di).



MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

6. DESCRIPCIÓN DE PASOS A SEGUIR

Rol	Pasos a Seguir
Ir	Diseñar la malla de perforación estipulada para cada material. Dar instrucciones correspondientes al operador.
Pe	Seleccionar el equipo a utilizar. Operar la perforadora dirigiéndose al frente de explotación.
Ir	Señalar la malla de perforación.
Pe	Perforar barrenos.
Ir	Evaluar la perforación realizada.
Ay	Proteger barrenos con bolsas plásticas y detritus.

7. DOCUMENTO SOPORTE:

Reglamento Interno de Trabajo.

Decreto 2222 de 1993.

8. REGISTRO (S):

Permiso de Trabajo.

A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro).

9. CONTROL DE CAMBIOS

Motivo	Numeral	Página	Descripción de la modificación

Elaboró:

Diana Aza

Iván Camargo

Revisó:

Ing. Jaime Jojoa

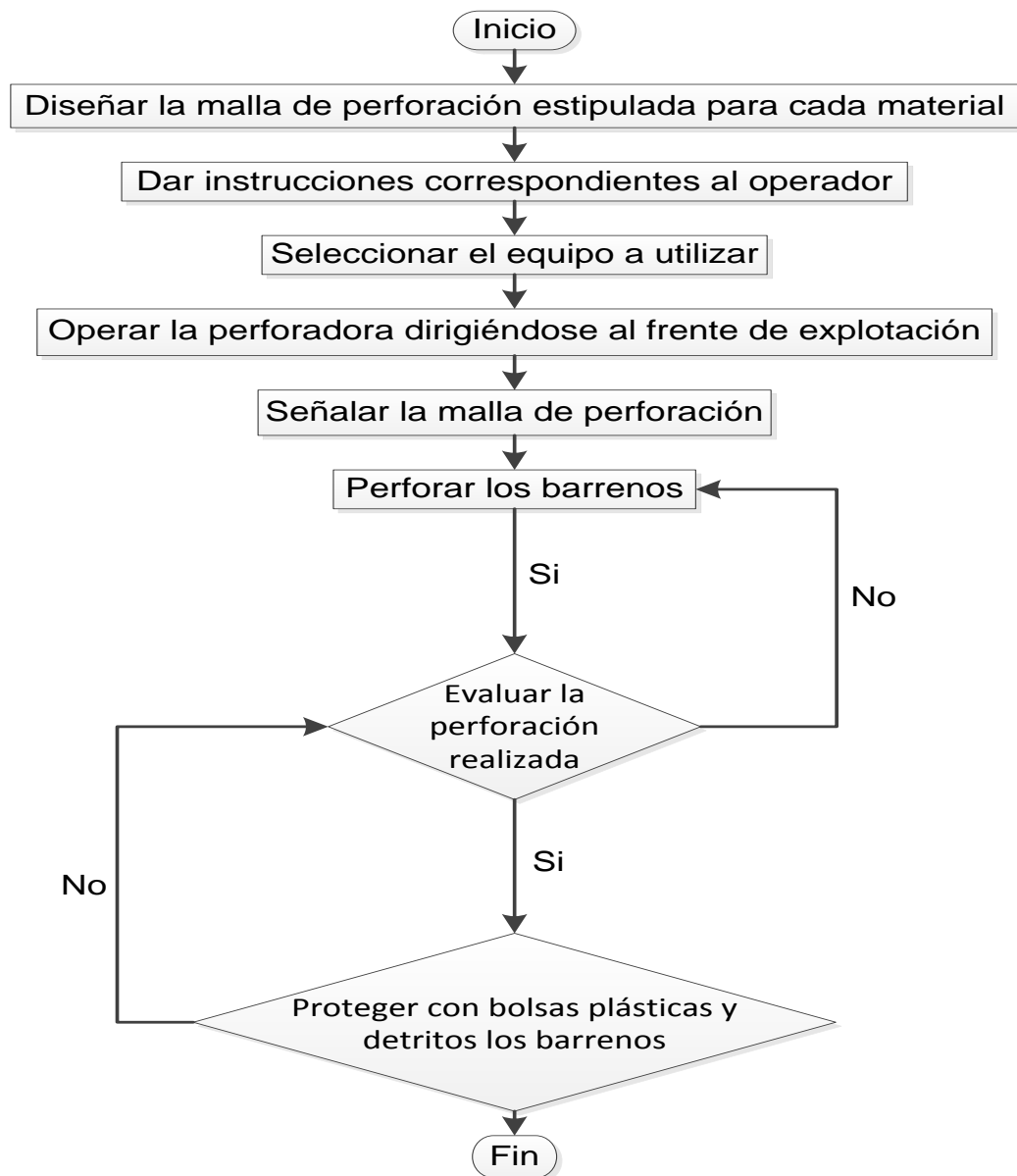
Ing. Edgar Suárez

Aprobó:

Ing. Jaime Jojoa

Ing. Edgar Suárez

10. FLUJOGRAMA





MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

004. FORMATO EN REFERENCIA

5.4.4. PROCEDIMIENTO MUESTREO DE DETRITUS EN BANCOS CALCÁREOS

1. DEFINICIÓN:

Proceso selectivo de separación, realizado sobre una porción dada del mineral, con el objetivo de reducir su volumen, pero manteniendo sus características globales, físicas químicas, mineralógicas, con el fin de determinar las propiedades del material.

2. ALCANCE:

Este procedimiento inicia desde la conformación de las pilas a lo largo de toda el área a muestrear y finaliza con el transporte de muestras a la planta.

3. GENERALIDADES:

3.1. OBJETIVO:

Realizar el muestreo de detritus sobre una porción dada del banco calcáreo, determinando la calidad y su composición química del material volado.

3.2. NORMAS DE SEGURIDAD:

Portar permanentemente los E.P.P.

Realizar la revisión general de los equipos a utilizar.

Los operarios de los equipos deben firmar el reporte diario de equipo, A.T.S.

3.3. ELEMENTOS DE SEGURIDAD:

Casco de seguridad con protectores auditivos.

Gafas de seguridad.

Chaleco con reflectores.

Mascarilla contra polvos.

Overol enterizo.

Guantes hilaza.

Botas de seguridad punta de acero caña baja.



MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

4. RESPONSABLE (S):

Operadores (Op) ayudante (Ay) Ingeniero residente (Ir)

5. CARGOS QUE INTERVIENEN:

Director del proyecto (Dp), Inspectora de seguridad (Is), Ayudante ambiental (Aa).

6. DESCRIPCIÓN DE PASOS A SEGUIR

Rol	Pasos a Seguir
Op	Conformar pilas a lo largo de toda el área a muestrear el mineral. Muestrear el material cada dos barrenos hasta culminar el total de los mismos. Trazar muestras del material.
Ir	Transportar muestras al laboratorio de la planta.

7. DOCUMENTO SOPORTE:

Reglamento Interno de Trabajo.
Decreto 2222 de 1993.

8. REGISTRO (S):

Permiso de Trabajo.
A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro).

9. CONTROL DE CAMBIOS

Motivo	Numeral	Página	Descripción de la modificación

Elaboró:

Diana Aza
Iván Camargo

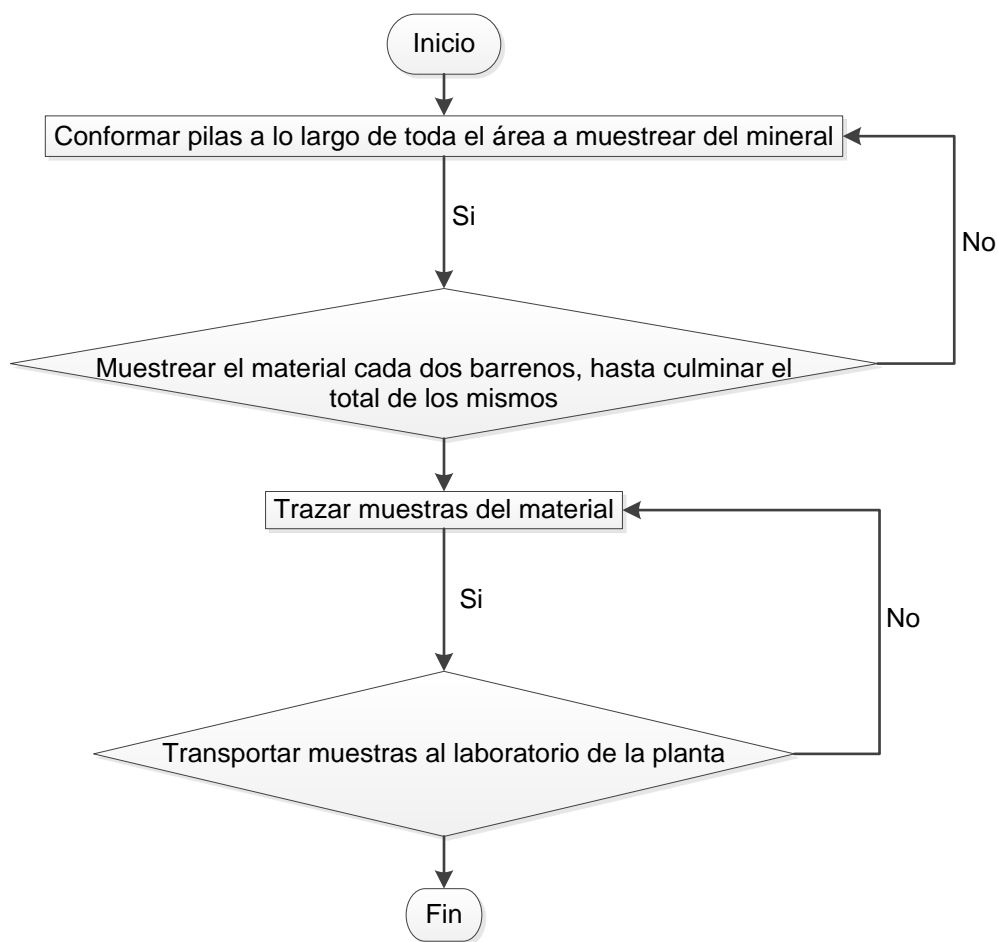
Revisó:

Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

Aprobó:

Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

10. FLUJOGRAMA





MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

005. FORMATO EN REFERENCIA

5.4.5. PROCEDIMIENTO DE VOLADURA

1. DEFINICIÓN:

Fragmentación de materiales cuya dureza no permite un arranque mecánico directo.

2. ALCANCE:

Este procedimiento inicia desde la realización del plan de compras en la oficina de Indumil, sede Batallón Tarqui – Sogamoso y finaliza con la realización del informe de voladura correspondiente a la empresa Mincivil S.A. y Batallón Tarqui.

3. GENERALIDADES:

3.1. OBJETIVO:

Realizar la voladura partiendo del estudio minero y geomecánico del macizo rocoso, haciendo una buena selección de los explosivos, equipo de perforación teniendo claro los parámetros para un diseño óptimo de esta operación.

3.2. NORMAS DE SEGURIDAD:

Portar permanentemente los E.P.P.
Precaución al hacer uso de los explosivos.
Tener en cuenta la supervisión del escolta.
Informar a la comunidad de la detonación.

3.3. ELEMENTOS DE SEGURIDAD:

Casco de seguridad.
Protectores auditivos.
Gafas de seguridad.
Mascarilla contra polvos.
Overol en buen estado.
Botas de seguridad.

4. RESPONSABLE (S): Ingeniero residente (Ir), Dinamitero (Di), Inspectora de seguridad (Is), Ayudantes (Ay).



MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

5. CARGOS QUE INTERVIENEN:

Director del proyecto (Dp), Ayudante ambiental (Aa), Patiero (Pa).

6. DESCRIPCIÓN DE PASOS A SEGUIR

Rol	Pasos a Seguir
Ir	Realizar el plan de compras de explosivos en la oficina de Indumil, Batallón Tarqui – Sede Sogamoso. Escoger los explosivos a usar.
Ay	Abrir barrenos con pala. Cargar barrenos con explosivos
Ir	Supervisar el cargue de barrenos.
Ay	Conectar y verificar los sistemas de conexión.
Di	Evacuar el personal, quedando el dinamitero únicamente. Efectuar la voladura iniciándola con mecha de seguridad.
Ir	Verificar la fragmentación del material. Devolver los explosivos sobrantes al polvorín del batallón. Realizar informes de voladura correspondiente a la empresa y batallón

7. DOCUMENTOS SOPORTE:

Reglamento Interno de Trabajo.
Decreto 2222 de 1993.

8. REGISTRO (S):

Permiso de Trabajo.
A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro).

9. CONTROL DE CAMBIOS

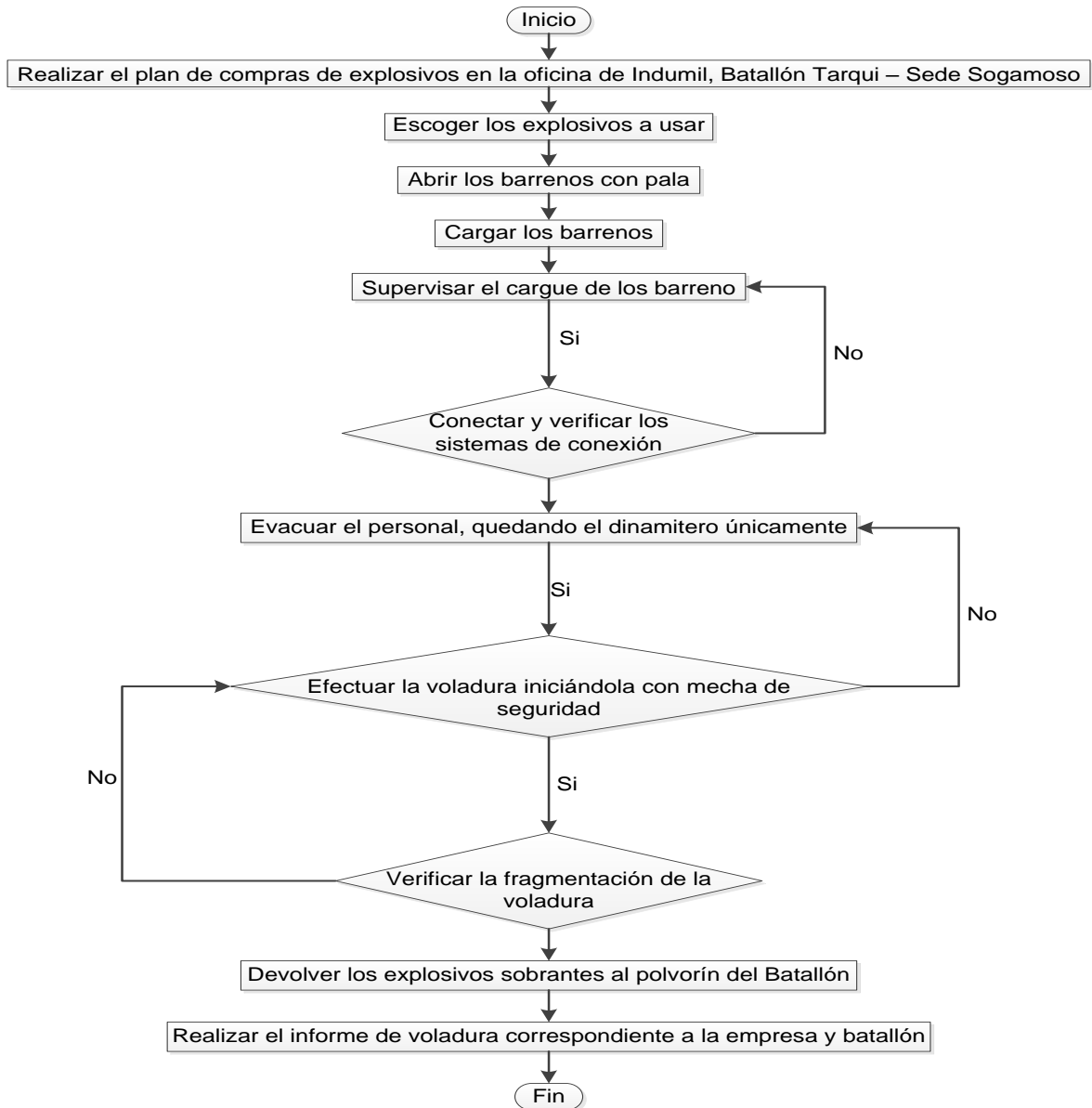
Motivo	Numeral	Página	Descripción de la modificación

Elaboró:
Diana Aza
Iván Camargo

Revisó:
Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

Aprobó:
Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

11. FLUJOGRAMA





MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

006. FORMATO EN REFERENCIA

5.4.6. PROCEDIMIENTO DE REDUCCIÓN SOBRETAMAÑOS

1. DEFINICIÓN:

Una vez realizada la voladura, en algunos casos se presenta sobretamaños en la caliza; difíciles de cargar, transportar y triturar generando altos costos económicos y retardos en la operación de cargue como también el de transporte para la empresa.

2. ALCANCE:

Parte desde inspeccionar la retroexcavadora, realizando el cambio en la cuchara por el martillo picador y culmina transportando el mineral a la tolva de alimentación de la trituradora Hazemag.

3. GENERALIDADES:

3.1. OBJETIVO:

Someter el sobretamaño a una operación secundaria dependiendo de su dimensión por medio de un martillo picador reduciéndolo a un tamaño satisfactorio.

3.2. NORMAS DE SEGURIDAD:

Portar permanentemente los E.P.P

Realizar la revisión general de los equipos a utilizar.

Los operarios de los equipos deben firmar el reporte diario de equipo, A.T.S.

3.3. ELEMENTOS DE SEGURIDAD:

Mascarilla contra polvos.

Overol enterizo con reflectivos.

Guantes hilaza.

Botas de seguridad punta de acero industrial.

Casco de seguridad con protección auditiva.

4. RESPONSABLE (S): Operadores (Op)



MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

5. CARGOS QUE INTERVIENEN:

Director del proyecto (Dp), Ingeniero residente (Ir), Inspectora de seguridad (Is), Ayudante ambiental (Aa).

6. DESCRIPCIÓN DE PASOS A SEGUIR

Rol	Pasos a Seguir
Op	Inspeccionar la retroexcavadora. Operar la retroexcavadora. Efectuar el picado con martillo a los sobretamaños.

7. DOCUMENTO SOPORTE:

Reglamento Interno de Trabajo.
Decreto 2222 de 1993.

8. REGISTRO (S):

Permiso de Trabajo.
A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro).

9. CONTROL DE CAMBIOS

Motivo	Numeral	Página	Descripción de la modificación

Elaboró:

Diana Aza
Iván Camargo

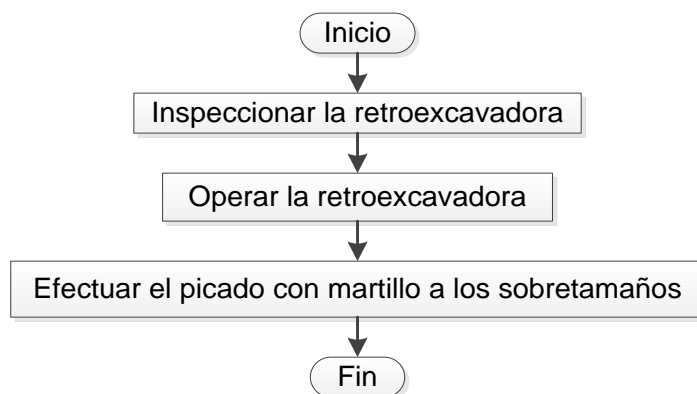
Revisó:

Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

Aprobó:

Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

10. FLUJOGRAMA





MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

007. FORMATO EN REFERENCIA

5.4.7. PROCEDIMIENTO DE CARGUE A LOS PATIOS DE ACOPIO Y BOTADEROS

1. DEFINICIÓN:

Se realiza después del arranque y consiste en disponer o colocar el material en un medio de transporte mecánico individual como camiones.

2. ALCANCE:

Este procedimiento inicia con la verificación de tamaño del material para su cargue a la tara de los camiones y finaliza con la realización del cargue a los camiones a los patios de acopio de la mina.

3. GENERALIDADES:

3.1. OBJETIVO:

Cargar el mineral desde los patios de acopio del mineral calcáreo para su posterior operación de beneficio como trituración de la caliza.

3.2. NORMAS DE SEGURIDAD:

Portar permanentemente los E.P.P.

Verificar el frente de trabajo.

Realizar la revisión general de los equipos a utilizar.

Los operarios de los equipos deben firmar el reporte diario de equipo, A.T.S.

3.3. ELEMENTOS DE SEGURIDAD:

Casco de seguridad con protectores auditivos y mascarilla contra polvos.

Gafas de seguridad.

Overol en buen estado.

Guantes de hilaza.

Botas de seguridad.

4. RESPONSABLE (S): Operadores (Op).



MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

5. CARGOS QUE INTERVIENEN:

Director del proyecto (Dp), Ingeniero residente (Ir), Inspectora de seguridad (Is), Ayudante ambiental (Aa).

6. DESCRIPCIÓN DE PASOS A SEGUIR

Rol	Pasos a Seguir
Op	Verificar el tamaño del material para su cargue a los camiones a la tara de los camiones. Realizar el cargue del material a los camiones a los patios de acopio y botaderos.

7. DOCUMENTO SOPORTE:

Reglamento Interno de Trabajo.
Decreto 2222 de 1993.

8. REGISTRO (S):

Planillas:
Permiso de Trabajo.
A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro).

9. CONTROL DE CAMBIOS

Motivo	Numeral	Página	Descripción de la modificación

Elaboró:

Diana Aza
Iván Camargo

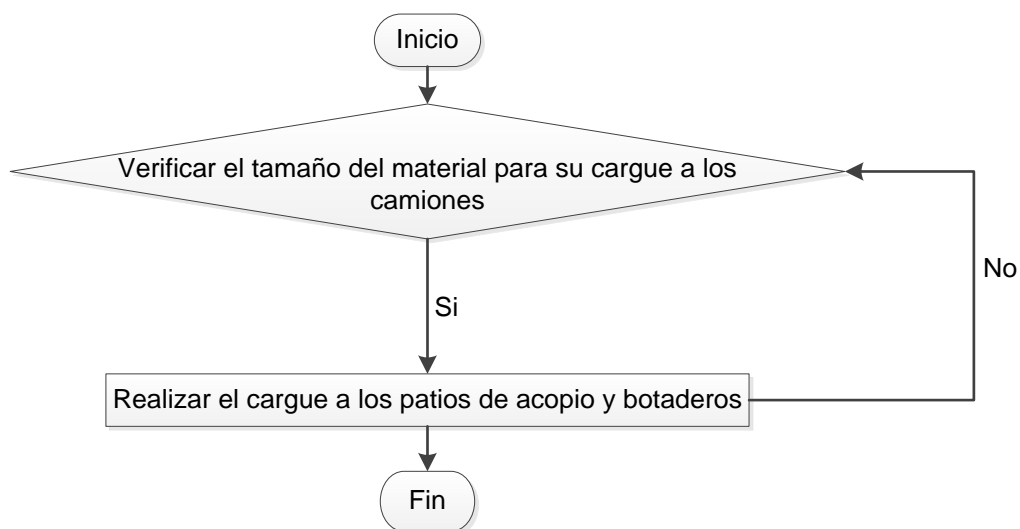
Revisó:

Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

Aprobó:

Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

10. FLUJOGRAMA





MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

008. FORMATO EN REFERENCIA

5.4.8. PROCEDIMIENTO DE TRANSPORTE

1. DEFINICIÓN:

Sistema o medio por la cual se traslada el material arrancado hasta los patios de acopio y botaderos por medio de camiones Caterpillar.

2. ALCANCE:

Este procedimiento inicia trasladando el material a los patios de acopio, botaderos y finaliza con el descargue del material a los mismos.

3. GENERALIDADES:

3.1. OBJETIVO:

Realizar todas las operaciones correspondientes al transporte del mineral, trasladándolo a patios de acopio, botaderos.

3.2. NORMAS DE SEGURIDAD:

Portar permanentemente los E.P.P.

Realizar la revisión general de los equipos a utilizar.

Los operarios de los equipos deben firmar el reporte diario de equipo, A.T.S.

3.3. ELEMENTOS DE SEGURIDAD:

Casco de seguridad.

Gafas de seguridad.

Protectores auditivos.

Chaleco con reflectivos.

Mascarilla contra polvos.

Overol enterizo.

Guantes hilaza.

Botas de seguridad punta de acero caña baja.

4. RESPONSABLE (S): Operadores (Op)



MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

5. CARGOS QUE INTERVIENEN:

Director del proyecto (Dp), Ingeniero residente (Ir), Inspectora de seguridad (Is), Ayudante ambiental (Aa).

6. DESCRIPCIÓN DE PASOS A SEGUIR

Rol	Pasos a Seguir
Op	Trasladar el material del frente explotación hasta el patio de acopio y botaderos. Descargar el material hasta los patios de acopio y botaderos.

7. DOCUMENTO SOPORTE:

Reglamento Interno de Trabajo
Decreto 2222 de 1993.

8. REGISTRO (S):

Permiso de Trabajo.
A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro).

9. CONTROL DE CAMBIOS

Motivo	Numeral	Página	Descripción de la modificación

Elaboró:

Diana Aza
Iván Camargo

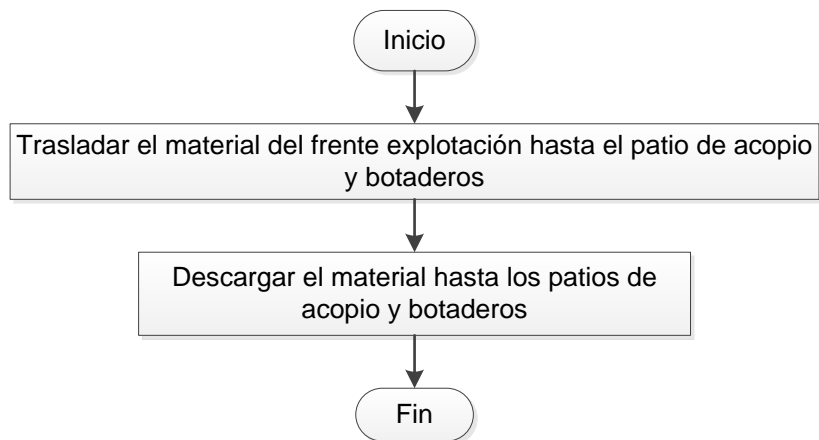
Revisó:

Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

Aprobó:

Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

10. FLUJOGRAMA





MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

009. FORMATO EN REFERENCIA

5.4.9. PROCEDIMIENTO DE DISPOSICIÓN DE ESTÉRILES

1. DEFINICIÓN:

Lugar destinado para la recolección del material que no representa beneficio económico para la empresa.

2. ALCANCE:

Este procedimiento inicia desde la selección de la zona de ubicación en el botadero y finaliza con la protección de taludes estableciendo barreras vivas de vegetales.

3. GENERALIDADES:

3.1. OBJETIVO:

Diseñar patios de disposición de estériles evitando la contaminación de corrientes superficiales de agua, degradación estética del paisaje y desastres por desprendimientos en masa.

3.2. NORMAS DE SEGURIDAD:

Portar permanentemente los E.P.P.

Los operarios de los equipos deben firmar el reporte diario de equipo, A.T.S.

Manejar ciclos de trabajo.

3.3. ELEMENTOS DE SEGURIDAD:

Casco de seguridad con protectores auditivos y mascarilla contra polvos.

Gafas de seguridad.

Overol en buen estado.

Botas de seguridad.

4. RESPONSABLE (S): Ingeniero residente (Ir), Operadores (Op), Ayudantes (Ay).

5. CARGOS QUE INTERVIENEN: Director del proyecto (Dp), Inspectora de seguridad (Is), Ayudante ambiental (Aa).



MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

6. DESCRIPCIÓN DE PASOS A SEGUIR:

Rol	Pasos a Seguir
Ir	Seleccionar la zona identificando su ubicación del botadero y condiciones topográficas.
Op	Elaborar vías facilitando el acceso.
Ir	Conformación de patios de recolección de estériles de acuerdo a capas o extremos.
Ay	Construir canales de recolección de aguas.
Ir	Rectificación y construcción de canales de recolección de aguas escorrentías. Clasificar el material estéril. Cuantificar el volumen de estériles producido. Conformación de taludes. Evaluar la estabilidad de taludes. Adecuación de alturas. Proteger los taludes estableciendo barreras vivas vegetales.

7. DOCUMENTO SOPORTE:

Reglamento Interno de Trabajo.
Decreto 2222 de 1993.

8. REGISTRO (S): Permiso de Trabajo, A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro).

9. CONTROL DE CAMBIOS

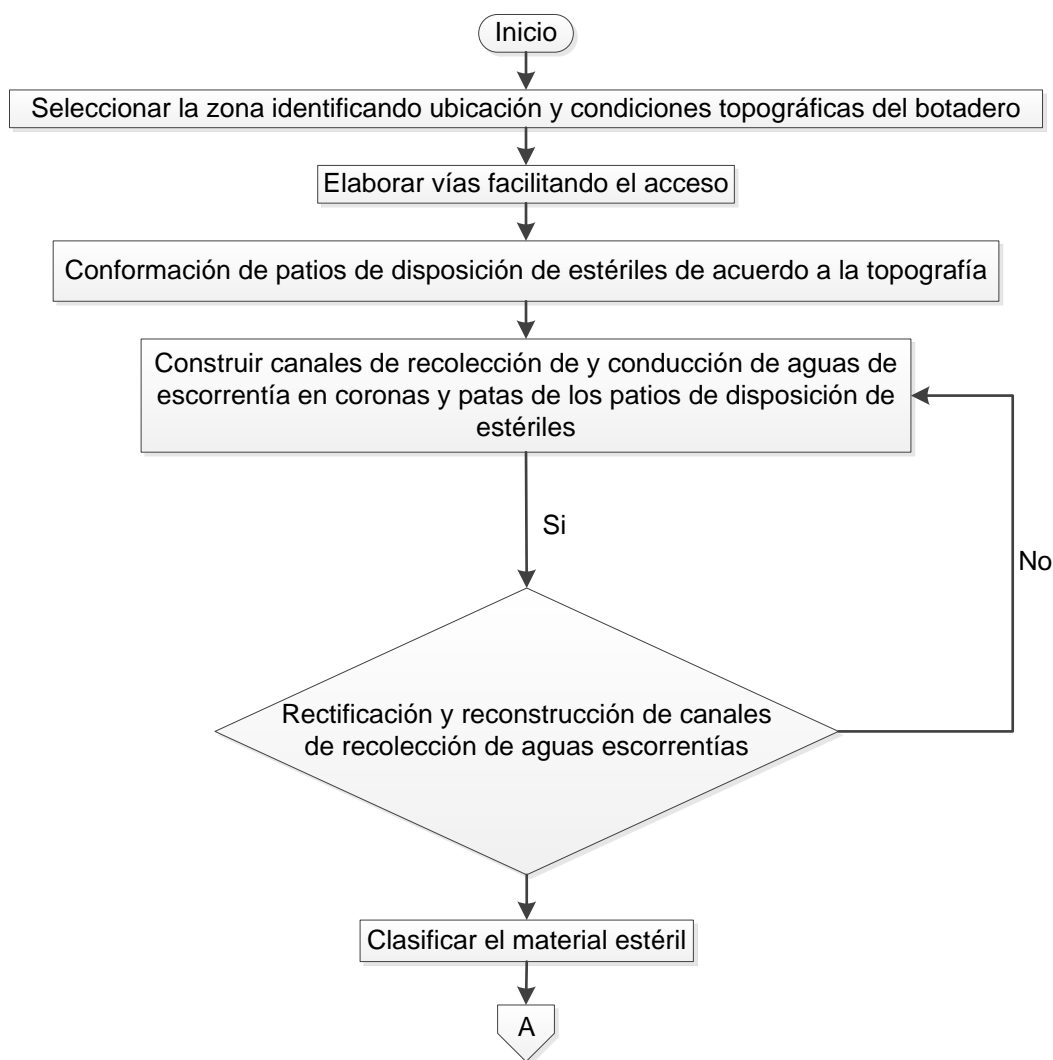
Motivo	Numeral	Página	Descripción de la modificación

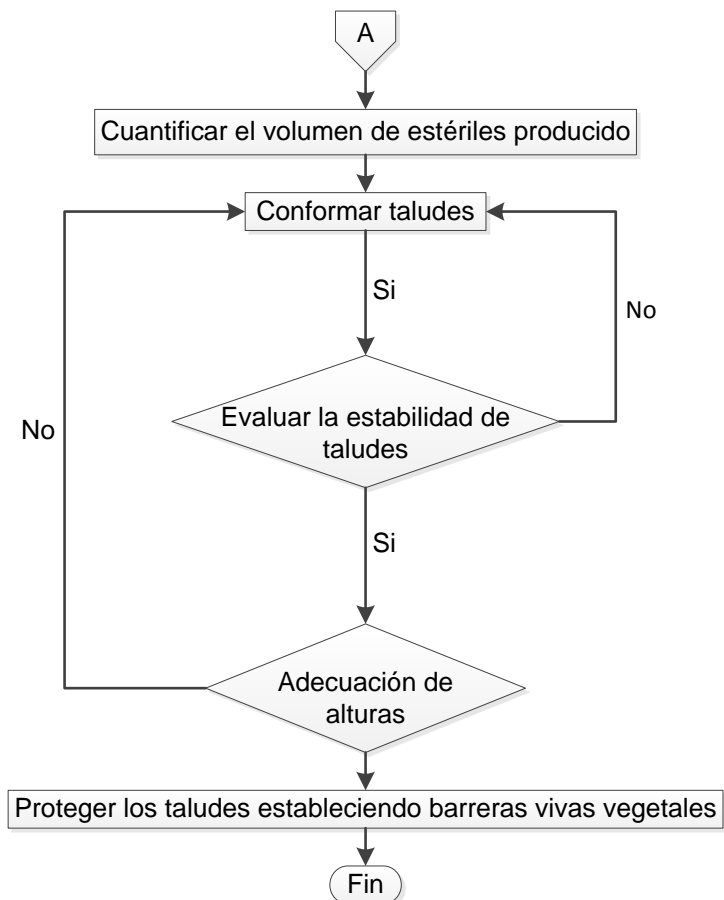
Elaboró:
Diana Aza
Iván Camargo

Revisó:
Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

Aprobó:
Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

10. FLUJOGRAMA







MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

0010. FORMATO EN REFERENCIA

5.4.10. PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE AGUAS

1. DEFINICIÓN:

Sistema de evacuación de las aguas a diferentes lugares, evitando la contaminación.

2. ALCANCE:

Este procedimiento inicia desde realización del sistema de drenaje a la mina y finaliza con el monitoreo y seguimiento de la efectividad de los sistemas de control y tratamiento.

3. GENERALIDADES:

3.1. OBJETIVO:

Realizar sistemas de drenajes, proporcionando los controles de erosión la recolección, transporte, la minimización a la integridad y limpieza de los terrenos de la calidad física y química de los cuerpos de agua receptores.

3.2. NORMAS DE SEGURIDAD:

Portar permanentemente los E.P.P.

Realizar la revisión general de los equipos a utilizar.

Los operarios de los equipos deben firmar el reporte diario de equipo, A.T.S.

Carnet de seguridad y salud laboral.

3.3. ELEMENTOS DE SEGURIDAD:

Casco de seguridad con protección auditiva.

Overol de dos piezas con chaleco reflectivo.

Guantes hilaza.

Botas de seguridad caña alta en cuero.

Gafas de seguridad.



MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

4. RESPONSABLE (S): Ingeniero residente (Ir), Ayudantes (Ay).

5. CARGOS QUE INTERVIENEN:

Director del proyecto (Dp), Inspectora de seguridad (Is), Operadores (Op).

6. DESCRIPCIÓN DE PASOS A SEGUIR

Rol	Pasos a Seguir
Ir	Realizar el sistema de drenaje a la mina.
Ay	Instalar los sistemas de tratamiento de aguas como cunetas, pozos de sedimentación y vertimiento final.
Ir	Definir el bombeo interno y longitudinal. Determinar cada cuanto se realiza el mantenimiento del sistema.
Ay	Monitoreo y seguimiento de la efectividad de los sistemas de control y tratamiento.

7. DOCUMENTO SOPORTE:

Reglamento Interno de Trabajo.

Decreto 2222 de 1993.

8. REGISTRO (S):

Permiso de Trabajo.

A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro).

9. CONTROL DE CAMBIOS

Motivo	Numeral	Página	Descripción de la modificación

Elaboró:

Diana Aza

Iván Camargo

Revisó:

Ing. Jaime Jojoa

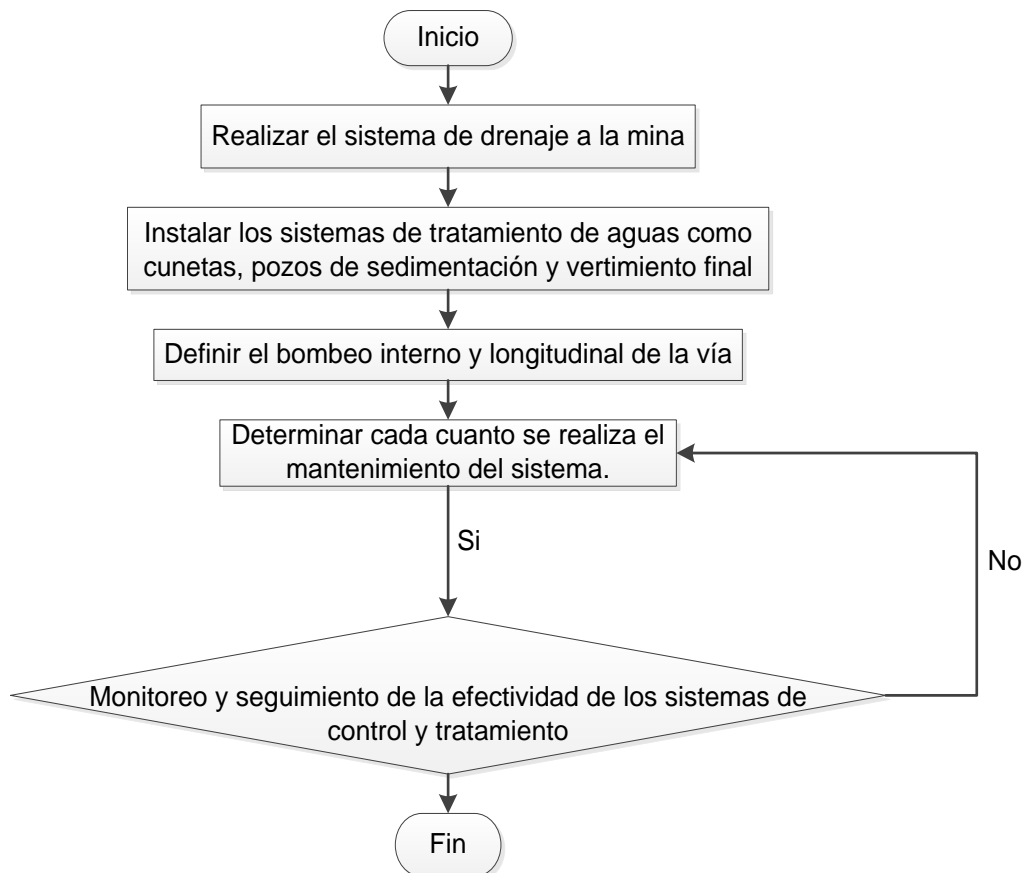
Ing. Edgar Suárez

Aprobó:

Ing. Jaime Jojoa

Ing. Edgar Suárez

10. FLUJOGRAMA





MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

0011. FORMATO EN REFERENCIA

5.4.11. PROCEDIMIENTO DE CARGUE EN TRITURACIÓN

1. DEFINICIÓN:

Se realiza después del arranque y consiste en colocar el material en un medio de transporte mecánico como camiones.

2. ALCANCE:

Este procedimiento inicia con la verificación de tamaño del material para su cargue a la tara de los camiones y finaliza con la realización del cargue a los camiones para luego efectuar la operación de beneficio.

3. GENERALIDADES:

3.1. OBJETIVO:

Cargar el mineral desde los patios de acopio del mineral calcáreo para su posterior operación de beneficio como trituración de la caliza.

3.2. NORMAS DE SEGURIDAD:

Portar permanentemente los E.P.P.

Verificar el frente de trabajo.

Realizar la revisión general de los equipos a utilizar.

Los operarios de los equipos deben firmar el reporte diario de equipo, A.T.S.

3.3. ELEMENTOS DE SEGURIDAD:

Casco de seguridad con protectores auditivos.

Gafas de seguridad.

Mascarilla contra polvos.

Overol en buen estado.

Guantes.

Botas de seguridad.

4. RESPONSABLE (S): Operadores (Op).



MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

5. CARGOS QUE INTERVIENEN:

Director del proyecto (Dp), Ingeniero residente (Ir), Inspectora de seguridad (Is), Ayudante ambiental (Aa).

6. DESCRIPCIÓN DE PASOS A SEGUIR

Rol	Pasos a Seguir
Op	Verificar el tamaño del material para su cargue a los camiones a la tara de los camiones. Realizar el cargue a los camiones para luego efectuar la operación de beneficio.

7. DOCUMENTO SOPORTE:

Reglamento Interno de Trabajo.
Decreto 2222 de 1993.

8. REGISTRO (S):

Permiso de Trabajo.
A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro).

9. CONTROL DE CAMBIOS

Motivo	Numeral	Página	Descripción de la modificación

Elaboró:

Diana Aza
Iván Camargo

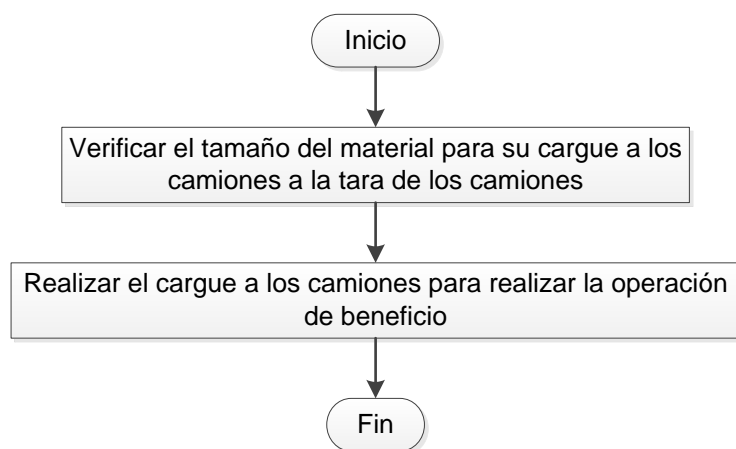
Revisó:

Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

Aprobó:

Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

10. FLUJOGRAMA





MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

0012. FORMATO EN REFERENCIA

5.4.12. PROCEDIMIENTO DE TRANSPORTE EN TRITURACIÓN

1. DEFINICIÓN:

Es el traslado del mineral a la tolva de alimentación de la trituradora Hazemag para ser descargado a la misma.

2. ALCANCE:

Este procedimiento inicia con el traslado de la caliza desde los patios de acopio hasta la tolva alimentadora de la trituradora y finaliza con el posicionamiento de la volqueta para el descargue del mineral.

3. GENERALIDADES:

3.1. OBJETIVO:

Trasladar el material a la tolva de alimentación de la trituradora mediante camiones Caterpillar 769.

3.2. NORMAS DE SEGURIDAD:

Portar permanentemente los E.P.P.

Realizar la revisión general de los equipos a utilizar.

Los operarios de los equipos deben firmar la planilla de Permiso de Trabajo, A.T.S.

3.3. ELEMENTOS DE SEGURIDAD:

Casco de seguridad con protectores auditivos.

Gafas de seguridad.

Mascarilla contra polvos.

Overol de dos piezas

Guantes hilaza

Botas de seguridad caña baja.

Chaleco reflectivo.

4. RESPONSABLE (S):

Operador (Op).



MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

5. CARGOS QUE INTERVIENEN:

Director del proyecto (Dp), Ingeniero residente (Ir), Inspectora de seguridad (Is), Operador (Op).

6. DESCRIPCIÓN DE PASOS A SEGUIR

Rol	Pasos a Seguir
Op	Trasladar la caliza desde los patios de acopio hasta la tolva de alimentadora de la trituradora. Verificar que el semáforo se encuentre en verde para realizar el cargue a la tolva. Posicionar la volqueta para el descargue del mineral.

7. DOCUMENTO SOPORTE:

Reglamento Interno de Trabajo.
Decreto 2222 de 1993.

8. REGISTRO (S):

Permiso de Trabajo.
A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro).

9. CONTROL DE CAMBIOS

Motivo	Numeral	Página	Descripción de la modificación

Elaboró:

Diana Aza
Iván Camargo

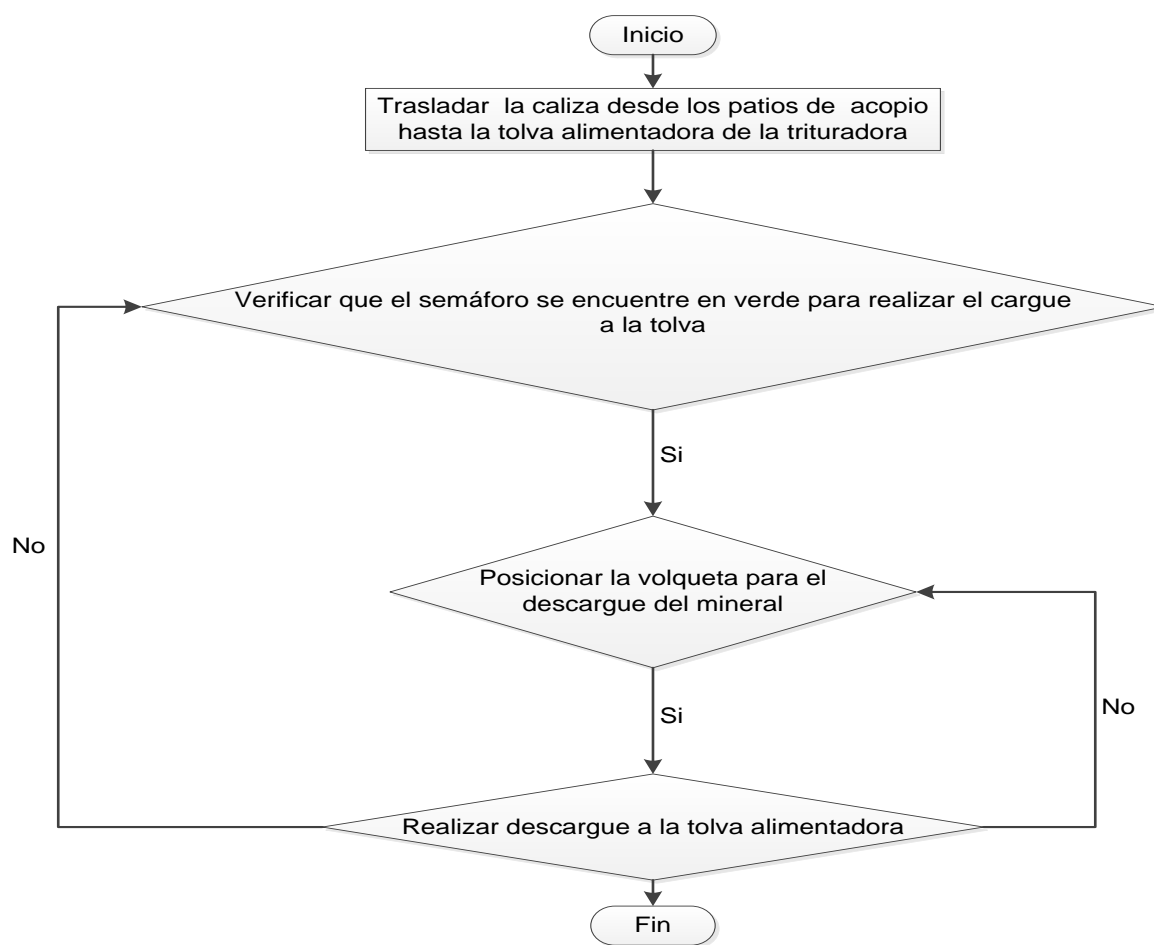
Revisó:

Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

Aprobó:

Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

10. FLUJOGRAMA





MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

0013. FORMATO EN REFERENCIA

5.4.13. PROCEDIMIENTO DE TRITURACIÓN HAZEMAG

1. DEFINICIÓN:

Proceso de reducción de minerales a una granulometría propia para su homogenización en los patios de acopio de la planta.

2. ALCANCE:

Este procedimiento inicia desde la reducción del mineral, hasta llegar a los silos de alimentación para realizar su debido despacho.

3. GENERALIDADES:

3.1. OBJETIVO:

Reducir el material a granulometrías determinadas para su pre homogenización en la planta de beneficio.

3.2. NORMAS DE SEGURIDAD:

Portar permanentemente los E.P.P.

Realizar la revisión general de los equipos a utilizar.

Los operarios de los equipos deben firmar el reporte diario de equipo, A.T.S.

3.3. ELEMENTOS DE SEGURIDAD:

Casco de seguridad con protectores auditivos.

Mascarilla media cara con filtro.

Gafas de seguridad.

Overol enterizo.

Guantes hilaza.

Botas de seguridad punta de acero caña baja.

4. RESPONSABLE (S): Operador de la trituradora (Ot).



MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

5. CARGOS QUE INTERVIENEN: Director del proyecto (Dp), Ingeniero residente (Ir), Inspectora de seguridad (Is), Ayudante ambiental (Aa).

6. DESCRIPCIÓN DE PASOS A SEGUIR

Rol	Pasos a Seguir
Ot	Encender y poner en marcha la trituradora. Realizar la trituration. De la tolva al impactor. Del impactor a la banda 1600. De la banda 1600 a los pozos alimentadores. De los pozos a la banda 800. De la banda 800 al silo. Del silo al cargue de las volquetas doble troque a los patios de acopio de la planta de beneficio.

7. DOCUMENTO SOPORTE:

Reglamento Interno de Trabajo.
Decreto 2222 de 1993.

8. REGISTRO (S):

Planillas:
Permiso de Trabajo.
A.T.S. (Análisis de Trabajo Seguro).
Mantenimiento.

9. CONTROL DE CAMBIOS

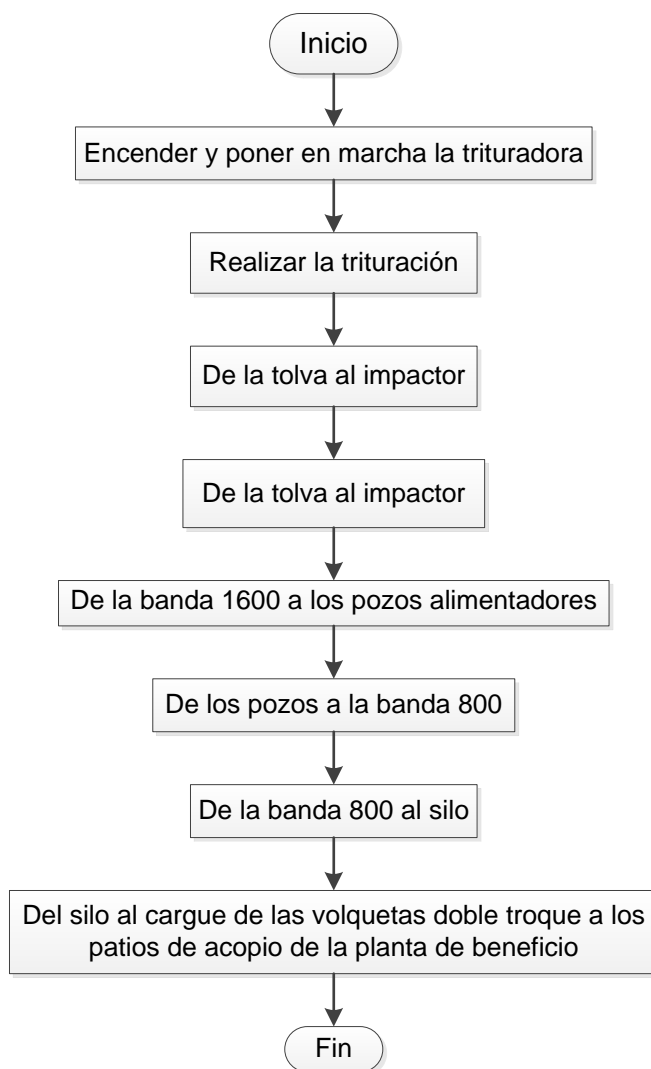
Motivo	Numeral	Página	Descripción de la modificación

Elaboró:
Diana Aza
Iván Camargo

Revisó:
Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

Aprobó:
Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

10. FLUJOGRAMA





MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

0014. FORMATO EN REFERENCIA

5.4.14. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO EN TRITURACIÓN

1. DEFINICIÓN:

Técnica para la selección de una muestra representativa del mineral para ser llevadas al laboratorio y realizar análisis de calidad.

2. ALCANCE:

Este procedimiento inicia realizando muestreo en la banda 800 y finaliza llevando las muestras al laboratorio de la planta.

3. GENERALIDADES:

3.1. OBJETIVO:

Analizar las muestras para verificar la calidad del mineral calcáreo y sus respectivos porcentajes de los componentes químicos.

3.2. NORMAS DE SEGURIDAD:

Portar permanentemente los E.P.P.
Verificar la trazabilidad de las muestras.
Determinar el peso exacto de cada muestra del mineral.

3.3. ELEMENTOS DE SEGURIDAD:

Casco de seguridad con protectores auditivos y mascarilla media con filtros.
Gafas de seguridad.
Overol de dos piezas, con reflectivo.
Impermeable de seguridad.
Guantes de hilaza.
Botas de seguridad.

4. RESPONSABLE (S): Operadores (Op), Profesional en canteras (Pc).

5. CARGOS QUE INTERVIENEN: Director del proyecto (Dp), Ayudante ambiental (Aa).



MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

6. DESCRIPCIÓN DE PASOS A SEGUIR

Rol	Pasos a Seguir
Op	Realizar muestreo en la banda 800 diariamente recogiendo cuatro muestras por los dos turnos de trabajo cada 200 t. cuando pasa por la banda transportadora con palas para medidas. Empacar las muestras que no sobrepase los 4 kg.
Pc	Efectuar la trazabilidad en las muestras. Llevar las muestras al laboratorio de la planta.

7. DOCUMENTO SOPORTE:

Reglamento Interno de Trabajo.
Decreto 2222 de 1993.

8. REGISTRO (S):

Este instructivo no contiene registros.

9. CONTROL DE CAMBIOS

Motivo	Numeral	Página	Descripción de la modificación

Elaboró:

Diana Aza
Iván Camargo

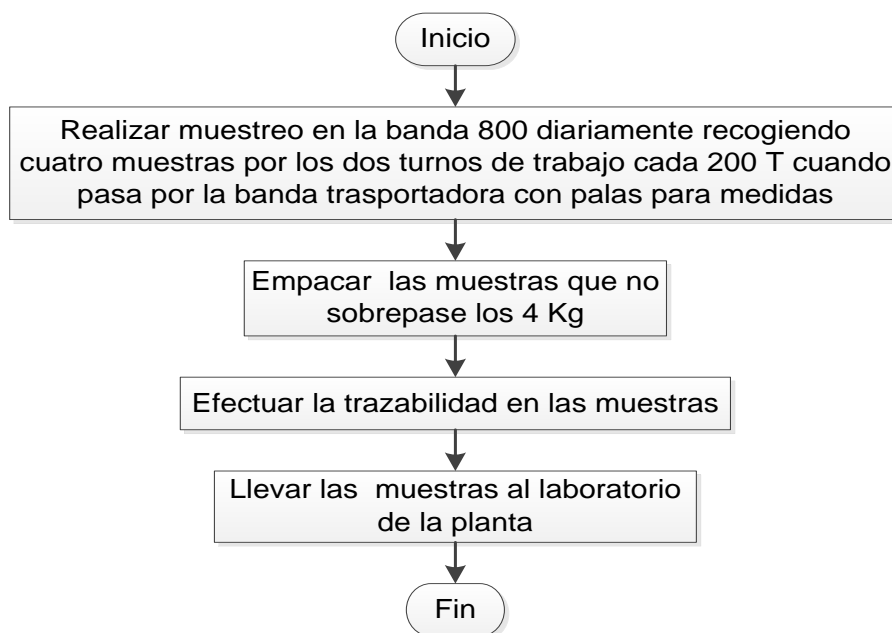
Revisó:

Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

Aprobó:

Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

10. FLUJOGRAMA





MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

0015. FORMATO EN REFERENCIA

5.4.15. PROCEDIMIENTO DE DESPACHO DE MINERAL A LA PLANTA

1. DEFINICIÓN:

Traslado del producto final de caliza en camiones doble troque a la planta.

2. ALCANCE:

Este procedimiento inicia desde la espera de turno de los camiones doble troque en la compuerta de los silos de alimentación y finaliza con el traslado del mineral triturado a los patios de acopio de la planta.

3. GENERALIDADES:

3.1. OBJETIVO:

Trasladar el producto final del mineral calcáreo de la trituración Hazemag a una granulometría apta para la empresa cementera a los patios de acopio para su prehomogenización.

3.2. NORMAS DE SEGURIDAD:

Portar permanentemente los E.P.P.

Realizar la revisión general de los equipos a utilizar.

Los operarios de los equipos deben firmar la Planilla de Permiso de Trabajo, A.T.S.

3.3. ELEMENTOS DE SEGURIDAD:

Casco de seguridad con protección auditiva y mascarilla contra polvos

Gafas de seguridad.

Overol de dos piezas y chaleco reflectivo.

Guantes hilaza.

Bota caña baja de seguridad.

4. RESPONSABLE (S):

Operadores (Op), Tolvero (T).



MANUAL OPERATIVO MINERO Y TRITURACIÓN HAZEMAG – MINA BELENCITO

PROCESO DE REALIZACIÓN

5. CARGOS QUE INTERVIENEN:

Director del proyecto (Dp), Ingeniero residente (Ir), Inspectora de seguridad (Is).

6. DESCRIPCIÓN DE PASOS A SEGUIR

Rol	Pasos a Seguir
Op	Esperar turno en los silos alimentadores. Verificar la posición de la volqueta, por parte del operador para abrir la compuerta de los silos de alimentación.
T	Abrir compuerta del silo.
Op	Esperar hasta que se realice el llenado de la tara.
T	Cerrar compuerta del silo de alimentación.
Op	Trasladar el mineral a la planta de beneficio a los patios de acopio.

7. DOCUMENTO SOPORTE:

Reglamento Interno de Trabajo.
Decreto 2222 de 1993.

8. REGISTRO (S):

Este instructivo no contiene registros.

9. CONTROL DE CAMBIOS

Motivo	Numeral	Página	Descripción de la modificación

Elaboró:

Diana Aza
Iván Camargo

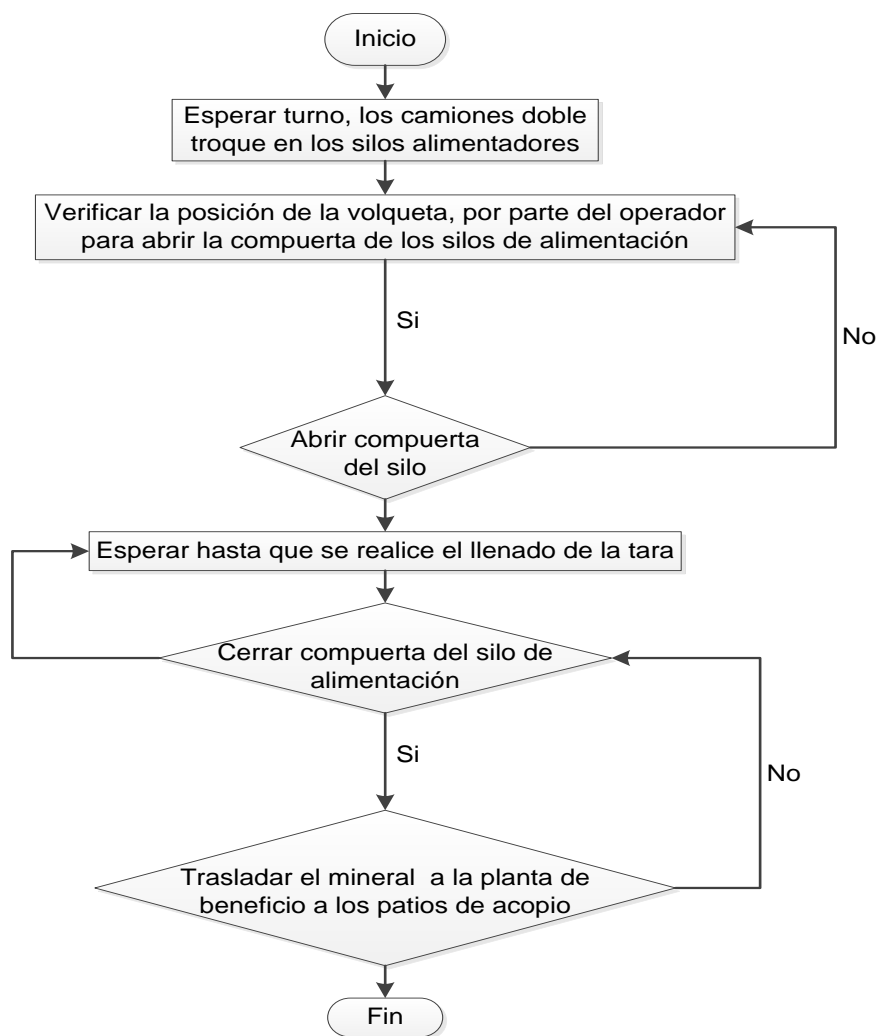
Revisó:

Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

Aprobó:

Ing. Jaime Jojoa
Ing. Edgar Suárez

10. FLUJOGRAMA



6. COMPONENTE AMBIENTAL

Desde el punto de vista del ambiente, las operaciones mineras suscitan inquietudes de dos tipos. En primer lugar, la utilización de recursos en sí no renovables puede suponer el agotamiento de los mismos para las generaciones futuras. En segundo lugar, el impacto de la explotación minera puede dañar la calidad del medio ambiente.

El impacto ambiental de las operaciones mineras incluye aspectos como la contaminación atmosférica (material particulado, gases, ruido), alteración paisajística generando impacto visual, generación de residuos peligrosos (aceites, combustibles, grasas, lubricantes y convencionales o no reciclables).

6.1. COMPONENTE ATMOSFÉRICO

La minería produce una serie de emisiones a la atmósfera en diferentes formas tanto sólidas (polvo, fundamentalmente durante las voladuras, carga, descargue, transporte y trituración), gases (escapes de equipos), ruidos (voladuras, equipos) y onda aérea.

6.2. MATERIAL PARTICULADO

VOLADURA: En cualquier caso, es prácticamente imposible evitar su emisión, puesto que afectará, por principio básico, a roca seca, sin posibilidad de un humedecimiento rápido que evite la dispersión.

CARGA: En este caso puede ser más sencillo su retención, simplemente mediante el regado de los frentes de carga durante el proceso. La composición es la misma que en el caso anterior, es decir, la correspondiente a la de la mineralización o su roca de caja.

TRANSPORTE: Puede presentarse de dos maneras por medio de transporte (camión o cinta transportadora, fundamentalmente) y polvo levantado por el medio de transporte (solo en el caso de los camiones). En el caso de los camiones, se produce una mezcla entre partículas procedentes del yacimiento y las procedentes de la pista, aunque en ambos casos es relativamente sencillo evitar parcialmente el problema, cubriendo adecuadamente la caja del camión (problemático en los de mayores dimensiones), o regando la carga, así como mediante el riego continuo de la pista de rodadura. En el caso de las cintas, hay que trabajar también con material humedecido, o recurrir a instalaciones de mayor coste, cerradas para evitar los escapes de polvo.

PERFORACIÓN: Durante la perforación se crea una gran cantidad de polvo que si no es eliminado, además de afectar a la salud del personal, puede crear problemas de mantenimiento en la perforadora. La supresión del polvo puede hacerse es realizado por medio del uso de ciclones y filtros, tiene la ventaja de su gran eficiencia y de no afectar a la vida del perforador. Cuando se encuentra agua durante la perforación es poco efectivo y requiere un mayor mantenimiento. La cabina y la sala de máquinas suelen estar presurizadas para evitar la entrada de polvo.

6.3. EMISIÓN DE GASES:

Las emisiones mineras de gases a la atmósfera presentados en la mina son de tres tipos:

GASES DE COMBUSTIÓN DE LA MAQUINARIA: Son gases habituales ligados a la combustión de hidrocarburos: gasolinas, diésel, pero que al implicar a maquinaria pesada, suelen ser de gran volumen. El problema se puede minimizar a través de un mantenimiento adecuado de los motores, para disminuir en lo posible las emisiones.

GASES IMPLICADOS EN LAS VOLADURAS: Son consecuencia de la deflagración del explosivo, aunque su volumen no suele ser tan importante como para producir efectos de consideración.

6.4. RUIDO

En la organización minera Margas Belencito se presentan ruidos de varios tipos:

VOLADURAS: Las explosiones implicadas en éstas producen un ruido de intensidad muy alta, aunque de escasa duración, que solamente puede ser evitado como molestia a las personas localizando las poblaciones a distancia suficiente de las explotaciones mineras, lo cual a veces no es posible. Se mitiga con la implementación de retardos.

TRÁFICO PESADO: Los vehículos implicados en la minería a cielo abierto producen ruidos continuos de cierta intensidad, que es necesario atenuar mediante medidas de protección individuales para los trabajadores en proximidad inmediata al proceso de carga y transporte. También un mantenimiento adecuado de la flota de vehículos debe contribuir a atenuar este factor.

TRITURACIÓN: Es también a menudo fuente de ruidos importantes. En este caso, un diseño adecuado de las instalaciones, con pantallas acústicas entre ellas y las áreas más pobladas, así como la utilización de medidas adecuadas de protección individual atenúan esta problemática.

PERFORACIÓN: En este caso, el estudio de su problemática debe permitir su atenuación en lo posible.

ONDA ÁREA: Se produce como consecuencia de las explosiones de las voladuras; por lo tanto, es una onda de presión generada por la energía de rotura de ésta, que se propaga por el aire atenuándose con la distancia, generando las vibraciones que se manifiestan fundamentalmente en los cristales. Como medida de prevención, siempre y cuando las condiciones del terreno lo permitan, se puede diseñar la explotación de forma que parte de la topografía original se preserve, creando un efecto pantalla frente a este efecto, así como con respecto al ruido.

6.5. ALTERACIÓN PAISAJÍSTICA: Las actividades de remoción de cobertura vegetal, movimiento y disposición de tierras, generan impactos negativo; debido que el terreno desprovisto de vegetación y movimiento constante de la tierra para extraer la roca caliza, en zonas con pendientes inclinadas pueden incrementar los procesos erosivos. La ausencia de vegetación que amarre el suelo y el movimiento constante del terreno, permite que la probabilidad de ocurrencia del impacto sea alta. Por otro lado, la revegetalización del área se considera importante, ya que al momento de abandonar la actividad minera se puede reconformar con vegetación con el fin de minimizar focos de erosión y contribuir en la estabilización del terreno.

6.6. CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS PELIGROSOS

En la mina Margas Belencito se dispone de residuos peligrosos como aceites, grasas, lubricantes, hidrocarburos cuando se realizan mantenimientos preventivos y correctivos de equipos en el taller. Para mitigar posibles fugas se implementan recipientes marcados correctamente identificando el tipo de residuo peligroso evitando derrames subterráneos con efectos nocivos sobre el suelo, posteriormente estos son depositados en bidones clasificados correspondiente para cada aceite utilizado; con el fin de venderlos generando transformación de subproductos derivados de los mismos.

7. COMPONENTE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

La gestión en Seguridad y Salud Laboral tiene como fundamento la Constitución Política de Colombia de 1991 y las leyes las cuales establecen un marco normativo de deberes y derecho que regulan todas las actividades productivas y de servicios, este marco normativo debe ser cumplido por todo el empresario que adelante su actividad en el país.

Cualquier labor desarrollada genera situaciones de peligros, tanto para el personal vinculado a la organización minera como también su infraestructura; por esta razón, el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG – SST obliga definir cómo administrar los peligros en cada operación minera.

Estos factores de peligros pueden exponer a los trabajadores a accidentes de trabajo, enfermedades laborales o daños a las instalaciones impactando negativamente el ambiente de trabajo.

7.1. FÍSICO.

RUIDO Y VIBRACIONES: Equipos pesados, trituradora, voladura, perforación, reducción con picado de martillo, descargue de la caliza a la tolva de alimentación.

RADIACIONES NO IONIZANTES: Radiación solar.

7.2. QUÍMICO

POLVOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS: Pisos en tierras, inhalaciones de polvo.

LÍQUIDOS: Taller de mantenimiento.

GASES, VAPORES, HUMOS METÁLICOS Y NO METÁLICOS: Equipos pesados, perforación, voladura, inhalaciones de los mismos.

MATERIAL PARTICULADO: Trituradora, banda transportadora, cribas, voladura, perforación, inhalaciones de material particulado.

7.3. PSICOSOCIAL: Jornada de trabajo (pausas, trabajo nocturno, rotación, horas extras, descansos).

7.4. CONDICIONES DE SEGURIDAD

MECÁNICOS: Circulación de equipos y volquetas, volcamiento de vehículos, fallas mecánicas del vehículo, caída del material, caída de camiones articulados y rígidos en la tolva de alimentación al efectuar maniobra de marcha atrás para descargue del mineral a la trituradora.

ELÉCTRICO: Cables descubiertos, líneas recargadas, falta de fusibles o puestas a tierra inadecuadas, instalaciones eléctricas, falta de conocimiento, comportamientos inadecuados.

LOCATIVO: Superficie de trabajos irregulares, desniveles del terreno, accesos inadecuados, presencia de obstáculos, ausencias jarillones de seguridad en las vías, caída de personas al interior de la tolva alimentadora, caídas de rocas.

7.5. FENÓMENOS NATURALES

Inundación, derrumbe, precipitaciones

7.6. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA MITIGAR LOS PELIGROS POTENCIALES

7.6.1. FÍSICO: Usar los Elementos de Protección Personal auditiva en el momento de ingreso al área de descargue, tomar pausas activas durante la jornada, manejo adecuado, mantenimiento preventivo del equipo, realizar las rotaciones de tareas, capacitaciones sobre atenuación del ruido y cuidado de los órganos auditivos, mantenimiento preventivo de la banda transportadora.

7.6.2. QUÍMICO: Realizar revisiones técnico mecánico a equipos; utilizar los Elementos de Protección personal como gafas y mascarillas con filtros mecánicos contra polvos; humedecer vías y pisos para minimizar la dispersión del material particulado, humos, gases y vapores nitrosos.

7.6.3. PSICOSOCIAL: Aconsejar al personal a que realice pausas activas, autocuidado, aeróbicos, hidratación periódica y capacitaciones.

7.6.4. CONDICIONES DE SEGURIDAD

MECÁNICOS: Inspeccionar el área de trabajo, mecanizar al máximo las operaciones de atascamiento de la trituradora mediante el empleo de ganchos, pinzas, cuñas u otras herramientas, instalación de guardas en puntos de atrapamiento y arrollamiento.

ELÉCTRICOS: Los conductores deben estar en perfectas condiciones de aislamiento y situados bajo tubo enterrados a las paredes y por ningún concepto sueltos por el suelo realizando eficaz acción de mantenimiento sustituyendo aquellos conductores que presenten roturas o deficiencias de aislamiento, como consecuencia de rozaduras, impactos, entre otros. Todas las masas metálicas de la instalación incluyendo tuberías y estructuras metálicas, estarán conectadas a una red de tomas de tierra; la resistencia de esta toma será función de la sensibilidad del dispositivo de corte asociado. Ubicar extintores de polvo polivalente en un sitio adecuado, capacitar al personal para el manejo de extintores.

LOCATIVO: Construir jarillones de seguridad en las vías evitando volcamiento, nivelar e instalar una capa uniforme de grava compactada con el fin de homogenizar el terreno, demarcar el sendero peatonal para el acceso, utilizar vehículos para el acceso del personal, instalar un sistema de señalización mediante luces para indicar a los conductores de volquetas la posibilidad y prohibición del acceso a la mina, tanto los pasillos como las escaleras y demás zonas de circulación del personal deben establecerse suficientemente separadas de las zonas de peligro.

CONCLUSIONES

Se describe un manual operativo con el fin de capacitar, instruir, enseñar, ilustrar y fomentar minería, a todas las personas interesadas en conocer todos los procesos y subprocesos que se generan a partir del arranque del material hasta el despacho del mineral triturado a la planta analizando todas las operaciones, con sus respectivos procedimientos actuales en la mina y actividades a partir del arranque del mineral para la explotación de caliza y material estéril.

A lo largo de la realización del proyecto se determina la importancia de la trituración Hazemag como operación de beneficio en la caliza, para la obtención del cemento como producto final, puntualizando todas las características de la trituradora Hazemag su funcionamiento, accionamiento, puesta en marcha para su óptimo desarrollo, desempeño de la operación.

Luego de determinar, analizar y describir de manera explícita las operaciones mineras y de beneficio realizadas la organización minera, se procede a realizar el manual operativo representando los macroprocesos, procesos, subprocesos y documentos de apoyo ilustrando en flujogramas comprensibles para toda persona que desea conocer la mina.

Luego de identificar y describir los impactos ambientales por la explotación de caliza, los mitigamos evaluando el tipo de impacto y como evitamos.

Se realiza una evaluación general de la seguridad y la salud laboral, en la mina Belencito y se puntualiza sobre el cuidado, normas de seguridad, y elementos de protección personal que debemos tener a la hora de operar, realizar un trabajo o actividad minera, previniendo la accidentalidad y dejándolos establecidos en el manual operativo.

RECOMENDACIONES

En casos necesarios, si se presentan cambios realizar actualizaciones que puedan ocurrir en el transcurso de las operaciones mineras presente en la mina.

Divulgar, implementar y capacitar a todo el personal sobre el manual operativo que labora en ella y sus visitantes, teniendo en cuenta que este manual es importante para los procesos y subprocesos de las operaciones mineras.

Obtener colaboración de todo el personal que opere, controle equipos y maquinaria, generando un ambiente operativo.

Para que un manual operativo tenga éxito dentro de la empresa deberá contar con el debido apoyo por parte de los directivos y la Gerencia.

RECOMENDACIONES SECUNDARIAS REFERENTES A LAS OPERACIONES MINERAS

Construir jarillones o bermas de protección a las orillas de las terrazas que conectan con el frente de explotación.

Implementar un puente grúa para mantenimiento, trabajos de desatasque, izaje de todo tipo de elementos sobre la trituradora.

Para el acceso de los frentes de explotación, la vía debe conservar un ancho mínimo 3 ½ veces el ancho de vehículo de mayor capacidad, que transite en la mina, según lo establecido en el Decreto 2222 de 1993.

Realizar barreras o pantallas paisajísticas con el fin de evitar el impacto visual generado por la extracción de caliza.

Emplear riego permanente suministrando el agua a través de bombas sumergibles colocadas en los reservorios, para mitigar el material particulado producido por el tráfico de vehículos.

BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION (INCONTEC). 2001. *Guía Técnica Colombiana - International Organization for Standardization GTC – ISO 15489 Parte 1 y 2 Compendio de Gestión de documentación*. Santafé de Bogotá. 44 páginas.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION (INCONTEC). 2008. *Norma Técnica Colombiana NTC 1486 Compendio, tesis y otros trabajos de grado*. Sexta Actualización. Santafé de Bogotá D.C. 14 páginas.

MESA HOLGUÍN, Wilson Darío; TORRES TORRES, Luis Carlos. 2011. *Diseño de planeamiento del método de explotación para la cantera de caliza margas Belencito*. Empresa Cementos Argos S.A. 88 páginas.

RODRÍGUEZ José J. 2013. *Manual de Operación y Control de Procesos Productivos de la Planta Sogamoso*. Empresa Cementos Argos S.A. Tomo I. 403 páginas.

TRUJILLO MEJÍA, Raúl Felipe. *Seguridad Ocupacional*. Ecoe Ediciones. Santafé de Bogotá D.C. Tercera Edición. 299 páginas.

ESPINEL RICO, Josué; LÓPEZ AFRICANO, Roque. 1986. *Modelos para Manuales de Operación, Manejo de Materiales, Control de Calidad y su Aplicación*. Cementos Boyacá S.A. Monografía de Grado. 352 páginas.

CABRÉ Patricia, ORTEGA Felipe. 2006. *Manual básico de elaboración y evaluación de proyectos*. Fundación Privada Catalana de l'Hemofília. En: <http://www.hemofilia.cat/castellano/agermana/acciones.html>

IDREH; *Manual de Organización y Funciones*. Perú; octubre 2003. Disponible en: <http://www.idreh.gob.pe/normas/mof.PDF>

CATERPILLAR, *Manual de Operación y Mantenimiento de Equipos*. 2008. Estados Unidos. 310 páginas.

ANEXOS